



**EKO TASARIM: MOBİLYADA KULLANILAN BAZI VERNİK  
TÜRLERİNDEN AÇIĞA ÇIKAN GAZLARIN TESPİTİ VE ANALİZİ**

**Mustafa HAMARAT**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
AĞAÇ İŞLERİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OCAK 2020**

Mustafa HAMARAT tarafından hazırlanan “EKO TASARIM: MOBİLYADA KULLANILAN BAZI VERNİK TÜRLEİİNDEN AÇIĞA ÇIKAN GAZLARIN TESPİTİ VE ANALİZİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Doç. Dr. Hamza ÇINAR

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

**Başkan:** Doç. Dr. Nihat DÖNGEL

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

**Üye:** Doç. Dr. Hüseyin PELİT

Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Düzce Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 09/01/2020

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitü Müdürü

## ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Mustafa HAMARAT

09/01/2020

# EKO TASARIM: MOBİLYADA KULLANILAN BAZI VERNİK TÜRLERİNDEN AÇIĞA ÇIKAN GAZLARIN TESPİTİ VE ANALİZİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Mustafa HAMARAT

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2020

## ÖZET

Bu tez çalışmasında, Türkiye'de mobilya endüstrisinde sıklıkla kullanılan selülozik, sentetik ve poliüretan verniklerdeki nButilasetat, Toluen, Aseton, İzopropanol, İzobütilasetat ve Paraksilen emisyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Selülozik, sentetik ve poliüretan verniklerden açığa çıkan gazların emisyon değerlerini belirlemek amacıyla YL ve MDF örnekleri kayın kaplama ile kaplanarak üzerine vernik uygulanmıştır. Vernik uygulanan örnekler  $20\pm2$  °C' de ve %  $65\pm5$  bağıl nemde iklimlendirme kabininde 3' er saat bekletilerek açığa çıkan gazlar FTIR Spectrum Two <sup>TM</sup> Gaz analiz cihazı ile uygulama anındaki, 3 saat sonrası, 15 gün ve 30 gün sonrası olmak üzere 4 farklı zamanda gaz ölçüm yapılmıştır. Araştırmayı oluşturan bağımlı ve bağımsız değişkenler ve hipotezler uygun istatistiksel yöntemlerle test edilmiştir. Selülozik vernik kullanılan örnekler sentetik verniğe göre % 94, poliüretan verniğe göre ise % 65 daha fazla Toluen gazı salgılamıştır. Poliüretan vernik kullanılan örnekler ise sentetik verniğe göre % 99, selülozik verniğe göre ise % 65 daha fazla nButilasetat gazı salgılamıştır. Selülozik vernik kullanılan örnekler ise sentetik verniğe göre % 99 daha fazla Aseton gazı salgılamıştır. Selülozik vernik kullanılan malzemeler ise sentetik verniğe göre % 97, poliüretan verniğe göre ise % 23 daha fazla İzobütilasetat gazı salgılamıştır. Tüm bu sonuçlar ışığında mevcut mobilya endüstrisi tasarım projelerine giren ahşap esaslı levhaların ve tamamlayıcı elemanların sayısı göz önüne alındığında, tasarımcılar işlerinin sonuçlarının farkında olmalı ve çevre üzerindeki etkiyi düşünmeye başlamalıdır. Mobilya endüstrisinde yeşil tasarım, evrensel tasarım doğrultusunda selülozik veya poliüretan vernik yerine sentetik verniği tasarım kararlarında öncelikli olarak tercih etmelidirler.

Bilim Kodu : 120401

Anahtar Kelimeler : Ahşap esaslı levhalar, Selülozik, Sentetik, Poliüretan vernikler ve VOC

Sayfa Adedi : 53

Danışman : Doç. Dr. Hamza ÇINAR

ECO DESIGN: DETERMINATION AND ANALYSIS OF GASES FROM SOME  
VARIOUS TYPES OF FURNITURE

(M. Sc. Thesis)

Mustafa HAMARAT

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2020

ABSTRACT

This study, aims to determine the emissions of cellulosic nbutylasetat in synthetic and polyurethane varnish, toluene, acetone, isopropanol, were conducted to determine the isobuytlacetate paraxylene which are commonly used in the furniture industry in Turkey. In order to determine the emission values of the gases released from cellulosic, synthetic and polyurethane varnishes, SB (Strand Board) and MDF samples were covered with beech coating and varnish was applied on it. Varnish applied samples are kept at  $20 \pm 2$  ° C and  $65 \pm 5\%$  relative humidity in the air conditioner cabinet for 3 hours. Gas measurements were using FTIR Spectrum Two <sup>TM</sup> Gas analysis tool made at 4 different times at the time of application, 3 hours after, 15 days and 30 days later. Dependent and independent variables and hypotheses that constitute the research were tested with appropriate statistical methods. Samples that were applied cellulosic varnish released 94% more Toluen gas than synthetic varnish and relased 65% more Toluen gas than polyurethane varnish. Samples using polyurethane varnish produced 99% more nButylacetate gas than synthetic varnish and 65% more than cellulosic varnish. Samples using cellulosic varnish produced 99% more Acetone gas than synthetic varnish. Samples that were applied cellulosic varnish released 97% more Isobutylacetate gas than synthetic varnish and relased 23% more Isobutylacetate gas than polyurethane varnish. In light of all the results, designers should be aware of the results of their work and start to consider the impact of the environment, given the number of wood-based boards and complementary elements that have entered the existing furniture industry design projects. In the furniture industry, in line with the green design and the universal design synthetic varnish should be preferred rather than cellulosic and polyurethane varnish.

Science Code : 120401

Key Words : Woodbased boards, Cellulosic, Synthetic, Polyurethane varnishes and VOC

Page Number : 53

Supervisor : Assoc. Dr. Hamza ÇINAR

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim süresince tecrübe, bilgi ve fikirleriyle bizleri yönlendiren, bu çalışmanın başından sonuna kadar destek ve katkılarını hiç esirgemeyen, tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Hamza ÇINAR'a göstermiş olduğu sabır ve verdiği destekten ötürü çok teşekkür ederim. Sayısal verilerin analizlerinde sonsuz katkıları için Prof. Dr. Kemal YILDIRIM hocama, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği bölüm hocalarına, numune hazırlanmasın da yardımcı olan bölümümüz asistan ve teknisyenlerine, mesleki bilgileri ile katkıda bulunan iş arkadaşım Çevre Mühendisi Şule ÖZBEN KÜÇÜK'e, araştırmalarımız süresince vermiş olduğu teknik destekten ötürü Perkin Elmer Teknik Destek Mühendisi Gürsel ULUTUNÇEL'e, tez düzenlemesinde yardımcı olan Kırıkkale Meslek Yüksekokulu Öğretim Görevlisi H. Ender ERDEM hocama ve Yüksek Lisans arkadaşım Ferdi OLMUŞ'a çok teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca her zaman yanımda olan, katkısını üzerimden hiç esirgemeyen eşim Derya HAMARAT'a ve kızım Doğa HAMARAT'a desteğini her zaman sunan aileme emeklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

|                                                                           | <b>Sayfa</b> |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------|
| TEŞEKKÜR.....                                                             | vi           |
| İÇİNDEKİLER .....                                                         | vii          |
| ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....                                                 | ix           |
| ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....                                                  | x            |
| RESİMLERİN LİSTESİ .....                                                  | xi           |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....                                              | xii          |
| 1. GİRİŞ .....                                                            | 1            |
| 2. GENEL BİLGİLER.....                                                    | 7            |
| 2.1. Çevresel Yaklaşımlar .....                                           | 7            |
| 2.2. ISO 1400.....                                                        | 10           |
| 2.3. Yaşam Mekânları ve Donatıların İnsan Yaşam Kalitesine Etkileri ..... | 13           |
| 2.4. Hammadde edinim süreci .....                                         | 15           |
| 2.5. Üretim süreci .....                                                  | 15           |
| 2.6. Kullanım süreci .....                                                | 16           |
| 2.7. Bakım-Onarım Süreci.....                                             | 16           |
| 2.8. Geri Dönüşüm ve Yok Edinim Süreci.....                               | 17           |
| 3. MALZEME ve YÖNTEM.....                                                 | 19           |
| 3.1. Malzemeler .....                                                     | 19           |
| 3.1.1. Ahşap esaslı levhalar.....                                         | 19           |
| 3.1.2. Vernikler .....                                                    | 24           |
| 3.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması.....                                 | 27           |
| 3.2.1. Ahşap esaslı levhaların hazırlanması .....                         | 29           |
| 3.2.2. Verniklerin uygulanması.....                                       | 30           |

**Sayfa**

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 3.3. Yöntem .....                        | 31 |
| 3.3.1. Gaz analizleri .....              | 33 |
| 3.3.2. İstatistiksel değerlendirme ..... | 34 |
| 3.3.3. Güvenilirlik .....                | 34 |
| 4. BULGULAR .....                        | 35 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....               | 45 |
| KAYNAKLAR .....                          | 47 |
| ÖZGEÇMİŞ .....                           | 53 |

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

| Çizelge                                                                                                                                  | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 2.1. Yapı malzemeleri zararlı gazlar ve sağlık üzerindeki etkileri .....                                                         | 13    |
| Çizelge 2.2. Mekan malzemeleri, zararlı gazlar ve sağlık üzerindeki etkileri .....                                                       | 14    |
| Çizelge 3.1. Selülozik parlak verniğe ait bazı teknik özellikler .....                                                                   | 24    |
| Çizelge 3.2. Sentetik yat verniğe ait bazı teknik özellikler.....                                                                        | 25    |
| Çizelge 3.3. Poliüretan parlak verniğe ait bazı teknik özellikler .....                                                                  | 27    |
| Çizelge 4.1. YL üzerine sürülen selülozik vernikte tespit edilen gaz değerleri.....                                                      | 35    |
| Çizelge 4.2. YL üzerine sürülen sentetik vernikte tespit edilen gaz değerleri.....                                                       | 36    |
| Çizelge 4.3. YL üzerine sürülen poliüretan vernikte tespit edilen gaz değerleri .....                                                    | 37    |
| Çizelge 4.4. MDF üzerine sürülen selülozik vernikte tespit edilen gaz değerleri .....                                                    | 38    |
| Çizelge 4.5. MDF üzerine sürülen sentetik vernikte tespit edilen gaz değerleri .....                                                     | 39    |
| Çizelge 4.6. MDF üzerine sürülen poliüretan vernikte tespit edilen gaz değerleri.....                                                    | 40    |
| Çizelge 4.7. Bağımlı değişkenlerin güvenilirlik analiz sonuçları .....                                                                   | 40    |
| Çizelge 4.8. Panellere göre VOC emisyonları ile ilgili bağımlı değişkenlerin ortalama, standart sapma ve ANOVA test sonuçları .....      | 41    |
| Çizelge 4.9. Vernik tipine göre VOC emisyonlarına bağlı bağımlı değişkenlerin ortalama, standart sapma ve ANOVA testi sonuçları.....     | 42    |
| Çizelge 4.10. VOC emisyonlarına bağlı bağımlı değişkenlerin ölçüm sürelerine göre ortalama, standart sapma ve ANOVA testi sonuçları..... | 43    |
| Çizelge 4.11. Bağımsız değişkenlerin MANOVA testi sonuçları .....                                                                        | 44    |

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

| Şekil                                                                            | Sayfa |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 3.1. Odun kompozitlerinin sınıflandırılması.....                           | 20    |
| Şekil 3.2. Ahşap esaslı levhaların yoğunluk tablosu.....                         | 20    |
| Şekil 3.3. FTIR spectrum two <sup>TM</sup> ile çekilen MDF spektrumu .....       | 32    |
| Şekil 3.4. FTIR spectrum two <sup>TM</sup> ile çekilen YL spektrumu .....        | 32    |
| Şekil 4.1. Ahşap esaslı panel tiplerinin VOC emisyonları üzerindeki etkisi ..... | 41    |
| Şekil 4.2. Vernik tiplerinin VOC emisyonları üzerindeki etkisi.....              | 43    |
| Şekil 4.3. Ölçüm süresinin VOC emisyonları üzerindeki etkisi .....               | 44    |

**RESİMLERİN LİSTESİ**

| <b>Resim</b>                                                       | <b>Sayfa</b> |
|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| Resim 3.1. FTIR spectrum two <sup>TM</sup> gaz analiz cihazı ..... | 28           |
| Resim 3.2. Yonga levha .....                                       | 29           |
| Resim 3.3. Lif levha.....                                          | 29           |
| Resim 3.4. Klimatik test kabini.....                               | 33           |
| Resim 3.5. Klimatik test kabini iç görünüm .....                   | 33           |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### Simgeler

### Açıklamalar

|                |                     |
|----------------|---------------------|
| %              | Yüzde               |
| <              | Küçüktür            |
| >              | Büyüktür            |
| °C             | Santigrat derece    |
| <i>df</i>      | Serbestlik Derecesi |
| <i>fi</i>      | Frekans             |
| F              | Anova Değeri        |
| H              | Hipotez             |
| m <sup>3</sup> | Metreküp            |
| mm             | Milimetre           |
| Mg             | Miligram            |
| M              | Ortalama Değer      |
| P              | Anlamlılık Düzeyi   |
| SD             | Standart Sapma      |

### Kısaltmalar

### Açıklamalar

|       |                                                 |
|-------|-------------------------------------------------|
| ASTM  | American Society for Testing and Materials      |
| DIN   | German Institute Of Standardization             |
| ISO   | Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu           |
| MDF   | Orta Yoğunluklu Lif Levha                       |
| PVA   | Polivinil Asetat Tutkalı                        |
| Ppm   | Part Per Million/Milyonda bir Parçacık          |
| TSE   | Türk Standartları Enstitüsü                     |
| TS EN | Türk ve Avrupa Standartları                     |
| YL    | Yonga Levha                                     |
| VOC   | Volatile Organic Compound/Uçucu Organik Bileşik |

## 1. GİRİŞ

Günümüzde kent yaşam koşulları, insanlara bir taraftan çok yeni kullanım olanakları ve zaman kazanımı sunarken, diğer yandan özellikle çalışan insanların büyük bir bölümünü daha fazla ahşap ve mobilya ürünlerini yaşamının vazgeçilmez bir parçası haline getirmiştir (Olmuş, 2019). Mobilya, günlük yaşamın her alanında yer edinen, bireyin veya toplumun refahını sağlayan, yaşama yönelik sosyal ve kültürel gereksinimlere hizmette bulunan bir ürün olmakla birlikte, mekân ile insan yaşam kalitesini doğrudan etkileyen, herkesin kullandığı ve ihtiyacı olduğu bir ürün olarak tanımlanmaktadır (Şen ve Çınar, 2017). Mobilya üretiminde çok farklı ve geniş yelpazede malzemeler kullanılırken yoğunluklu olarak ahşap ve ahşap esaslı kompozit malzemeler kullanılmaktadır. Mobilyanın geniş bir kullanım alanına sahip olması ve teknolojinin de gelişimi ile üretim miktarı giderek artmaktadır. Üretim miktarının artmasının yanı sıra kullanıcı zevk ve ihtiyaçlarını karşılamak için birçok yeni malzeme mobilya sektöründe kullanılmaya başlamıştır. Aksakal ve arkadaşları, mobilyalardaki kimyasallar ve sağlık etkilerine yönelik yaptığı çalışmada; mobilya sektörünün her geçen gün gelişmekte olduğu ve bu gelişmenin yeni malzeme ve kimyasalları da beraberinde getirdiği, mobilya yapımında kullanılan yapıştırıcı, vernik ve boyaların çoğunun da toksisitesi bilinmeyen kimyasallar içerdiğini iddia edilmektedir (Aksakal ve ark., 2005).

İnsanoğlunun ihtiyaçları zamana bağlı olarak sürekli değişip gelişmiştir. İnsanoğlu teknolojinin de yardımıyla bu ihtiyaçların giderilmesi için sürekli daha iyisini aramıştır. İnsanoğlunun ahşapla etkileşimi insanlığın dünyaya adım atmasıyla başlamış, günümüzde ve gelecekte de devam etmektedir. Bu sebepten dolayı mobilya üretiminin temel ham maddesi olan ağaçlar giderek azalmış, bu durum yaşanabilir bir dünya için istenilmeyen bir durum ve tüketilen doğal malzemenin yerine kullanılabilecek malzeme arayışlarına gidilmiştir. Ahşap malzemenin doğası gereği, fiziksel ve kimyasal koşullara karşı korunması gerekmekte olup vernik ve boyalar ile korunmaktadır (Sönmez, 2000).

Diğer taraftan son yıllardaki kentleşme ve nüfus artışı sebebiyle mobilyaya ihtiyaç her geçen gün artmakta ve buna paralel olarak mobilya sektöründe birçok gelişim ve değişimler söz konusu olmaktadır. Bu gelişim ve değişimler ile mobilya ve ağaçları sektörlerinde çalışan insanlarda birtakım sağlık sorunlarının meydana gelme olasılığı artmıştır. Kompozit malzemelerin üretimi ve üst yüzey işlemleri süreçlerinde zararlı

gazların salınımı ilgili sektörlerde çalışanları, kullanıcıları ve çevreyi olumsuz etkilemektedir (Çınar, 2005, Özer, 2009, Çınar, 2018, Çınar ve Erdoğan, 2018, Çınar ve ark. 2018, Şen ve Çınar, 2017, Okurcan, 2019).

Farklı bir çalışmada; konutta kullanılan mobilya ve donatı elemanlarının ne tür malzemelerden oluştuğunu ve mobilya ürün yaşam döngüsünde açığa çıkan gazların tespitini amaç edinilmiştir (Aydın, 2010). Başka bir çalışmada, ahşap esaslı kompozit malzemelerin çevre ve insan sağlığı üzerine etkilerinin değerlendirilmesi bakımından formaldehit emisyonunun kritik önemde olduğu, değişik ülkelerde kullanılan deney yöntemlerinin farklı olduğu ifade edilmiştir. Bu amaçla karşılaştırma çalışması, ABD’de yaygın olarak kullanılan test yöntemlerinden, büyük oda ASTM E 1333-10 ve Japon desikatör yöntemi JIS A 1460-2001 arasında yapılmıştır. Çalışmada deney örneği olarak 16 mm’lik kaplanmamış yonga levha ve MDF kullanılmış, farklı iklimlendirme koşulları altında, hava değişim oranları ve yükleme oranlarına göre formaldehit emisyonu miktarları ölçülmüştür. Yükleme oranlarının azaltılması durumunda büyük oda metodu ile desikatör yöntemi sonuçları arasında yonga levha için iyi korelasyon elde edilebildiği ifade edilmiştir. Hava değişim oranları açısından da iki standardında yakın değerler verdiği bildirilmiştir (Que ve ark. 2013a). Kapalı ortamlarda farklı uçucuların mekânlara göre gaz salınımlarının farklılık gösterdiği, konutlarda, iş yerlerinde 21 farklı gazın ölçümleri yapılmış, kullanılan malzemelere ve havalandırma sistemlerine göre kapalı ortamlarda gaz salınımlarının değişiklikler gösterdiği tespit edilmiştir (Aydın, 2010).

Bir diğer çalışmada MDF, kontrplak, kaplamalı ve ham yonga levha, planya edilmiş çam kereste ve alçıpan gibi odun-esaslı kompozitlerden kaynaklı Volatile Organic Compound/Uçucu Organik Bileşikler (VOC) ve formaldehit emisyonu testlerinin tekrarlanabilirliği değerlendirilmiş; testere tozu ve talaş da çalışmaya dâhil edilmiştir. En çok yayılan uçucu organik bileşikler olarak terpenler, aldehitler ve aromatikler bulunmuştur. Çam ahşap örnekte yüksek VOC değeri yaklaşık  $900 \text{ lg/m}^3$  saptanmış; kaplanmamış yonga  $450 \text{ lg/m}^3$  ile ikinci en yüksek değeri göstermiştir. Diğer incelenen malzemelerin VOC değeri  $80\text{-}170 \text{ lg/m}^3$  arasında elde edilmiştir. Melamin Formaldehit veya Melamin Üre Formaldehit film kaplı yonga levhada kaplama baskısından sonraki VOC nispeten yüksek çıkmıştır. Bunun nedeninin filmdeki organik yayılmalar olabileceği ifade edilmiştir. Bir ay sonra yapılan ölçümde ise, değerler daha düşük bulunmuştur. Çoğunlukla terpenlerden oluşan VOC kaplamalı yonga levhada daha düşük çıkmıştır.

Yonga levhanın kaplandıktan sonra kullanımının kapalı ortam açısından daha iyi olduğu ifade edilmiştir (Que ve ark., 2013b).

İç mekânların oluşumunda ise, mobilya üretiminde kullanılan malzemelere ek olarak; birçok inşaat malzemesi kullanılmakta olup bunların büyük bir bölümü çevre dostu ürünler değildir. Ayrıca, inşaat ve mobilya endüstrisinden gelen talepleri karşılamak için yaygın olarak kullanılan ahşap esaslı levhaların üretimi nedeniyle ahşap malzemelerin tüketimi büyük ölçüde artmıştır. Artan farkındalık tüketicilerin, yatırımcıların, hissedarların ve düzenleyici kurumların çevresel sürdürülebilirlik gerekliliklerini iyileştirmesine neden olmuştur (Çınar ve ark., 2018). Bu bağlamda, mobilya ve odun ürünlerinin üretimi çevresel sürdürülebilirlik gereklilikleri açısından orman ve mobilya endüstrilerini etkilemektedir. İnşaat malzemelerinde çeşitli oranlarda üre-formaldehit konsantrasyonu ile üretilen ahşap bazlı kompozitlerden kaynaklı iç ortam formaldehit emisyonunun azaltılmasına yönelik yapılan bir çalışmada; formaldehit emisyonunun minimum değerinin % 15 oranında üre konsantrasyonu eklenerek üretilmiş örneklerde ölçüldüğü açıklanmıştır. İşlem yapılan levhalar ile işlem yapılmamış olanların karşılaştırılması sonucunda formaldehit emisyonu açısından iyileşme gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda serbest formaldehitin önemli ölçüde azaldığı söylenebilir. Bu azalmanın nedeninin yonga levha içerisindeki serbest formaldehit ile üre penetrasyon reaksiyonu gösterilmiştir. Üre konsantrasyonunu % 10 ila % 15 oranında arttırmak serbest formaldehitin azalmasına neden olmuştur. Üre miktarının yoğunlaşması ile formaldehit emisyon değerinin azaldığı iddia edilmiştir (Hematabadi ve ark., 2012).

Bir başka çalışmada, yapı ürünlerinin kontrollü veya kontrolsüz olarak iklimsel koşullara bağlı olarak, kapalı ortamlarda önemli ölçüde iç hava kalitesini (Indoor Air Quality) etkileyebildiği ifade edilmiştir. Yapı malzemelerinin formaldehit emisyonuna etkisini tespit etmek için çelikten özel yapılmış klima kontrollü, 48m<sup>3</sup>'lük ev ortamı kullanılmıştır. Bu test odasında, bilgisayar kontrollü değişik iklim koşullarına göre denemeler gerçekleştirilmiştir. Tavan döşemeleri, alçıpan, duvar kaplamaları, zemin kaplamaları ve mobilya gibi uygulanan yapı malzemeleri göz önüne alınarak birkaç hafta evin havasındaki formaldehit konsantrasyonları ölçülmüştür. Bu çalışma gerçek kapalı alan hava konsantrasyonunda bulunan formaldehitin birçok yapı ve mobilya malzemesinden kaynaklandığını ifade edilmiştir (Gunschera ve ark., 2013).

Son yüzyılda hızlı gelişim sürecinde olan küresel sanayileşme, dünya kaynaklarının hızlı bir şekilde tüketilmesine neden olmuş ve iklim değişikliği gibi son 50 yılın temel sorunu ile üretim sanayi baş başa kalmıştır. Bu bağlamda birçok doğal kaynak azalırken, mevcut kaynakların işlenmesi sürecinde katı, sıvı ve gazların kontrol altına alınmaması sonucu çevre kirliliği artmakta ve üretim sanayilerinin kontrol altına alınması devletlerin ve uluslararası organizasyonların öncelikleri arasına girmiştir (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü” 2006).

Son yıllarda, iç mekânlarda kullanılan inşaat malzemelerinden kaynaklanan uçucu organik bileşiklere (VOC) maruz kalma konusunda endişeler artmıştır. Geleneksel petrol kaynaklı zemin kaplamanın yerine, son dönemde kullanılan kontrplaklı zemin kaplamanın geniş kullanımı alanı olan Kore’de zeminden ısıtılmalı sistemde (Ondol) yayılan VOC’un tahmin edilebilirliğinin incelendiği bir çalışmada, küçük oda metoduyla yapılan araştırma neticesinde; üretim sürecinde tutkal kullanımının ve boyama işleminin yayılan formaldehit emisyonunda etkili olmuştur. Deney odasının içerisindeki yükleme miktarının artışı ile formaldehit emisyon konsantrasyonunun da arttığı; hava değişim hızının artması VOC konsantrasyonunun hızlı yükselmesini zayıflattığı açıklanmıştır. Bu değişkenlere göre bir ortamdaki VOC konsantrasyonunun doğrusal (eksponansiyel) fonksiyona göre tahmin edilebildiği gösterilmiştir (Pang ve ark., 2007). Bir diğer çalışmanın sonuçları sıcaklığın, test edilen 4 materyalden yayılan formaldehit emisyonunun yayılma katsayısı ve bölümlene katsayısının her ikisinde de anlamlı etkisi olduğunu göstermiştir. 4 deney örneği (yonga levha, vinil döşeme, MDF, HDF) içinde sıcaklığın artışı ile yayılma katsayısı artarken bölümlene katsayısı azalmıştır. MDF de sıcaklık artışıyla yayılma katsayısı ve bölümlene katsayısı değişiminde en fazla hassasiyet görülmüştür (Zhang ve ark., 2007).

İç mekanlarda kullanılan malzemelerden kaynaklanan emisyonlar zamanla azalsa da (Çınar, 2005, Brockmann ve ark., 1998, Benotto ve ark., 2009, Chuck ve Jeong 2012, Çınar ve ark., 2018, Çınar ve Erdoğan, 2018, Çınar, 2018), birçok inşaat malzemesi; kaplamalar, iç mekanların tadilatı ve yenilenmesi sırasında tekrar tekrar kullanılması ile birlikte gaz salınımlarının devam ettiği söylenebilir. Özellikle, formaldehit emisyonunun akademik çalışmalara çok fazla konu olmuş bir kirlletici olduğu söylenebilir. (Aydın, 2010).

Bu bağlamda, son on yılda artan çevresel kaygılar, kamuoyu baskıları daha katı düzenlemelerle birleştiğinde, insanların üretim alışkanlıklarında değişimler olmasına neden olmuştur. Üretim şekillerindeki bu değişimler çevresel kaygılarında etkisi ile daha sürdürülebilir ürünler için artan ihtiyaçların farkında olan tüketiciler tarafından doğrudan etkilenmektedir. Odun üretimi ve yönetimi ile ilgili olumsuz kamuoyunu azaltmak için ahşap ürünleri endüstrisinde, çevre dostu ürünlerin yaygınlaştırılmasına yönelik farkındalıklar artmıştır (Boran ve Usta, 2010). Ahşap esaslı levhaların sağlığa ve çevreye etkilerinin değerlendirilmesinde en önemli faktörün formaldehit emisyonu olduğu vurgulanan bir çalışmada kenar sızdırmazlık işlemlerinin, numunenin test öncesi iklimatik özelliklerinin ve test anındaki sıcaklık değerlerinin, nihai formaldehit emisyon sonuçları üzerinde büyük anlamlı etkisinin olduğu ifade edilmiştir (Risholm-Sundman ve ark., 2007).

Bireysel VOC'lerin farklı film kalınlıkları altındaki bir vernikten salınımları (Guo ve Kwok, 2002) ve ıslak film kalınlığının bitirme verniklerinden gelen VOC emisyonları üzerindeki etkisi çevresel kaygılarla incelenmiştir (Shun-Cheng ve ark., 2003). Bu çalışmalar, ahşap ürün ve mobilyaların verniklenmesinde vernik seçiminin dikkate alınması gerektiği konusunda faydalı bir arka plan sağlar.

Vernikler, balmumu veya yağın kaplama yüzeyine uygulanmasında yapışmaya yardımcı olan spesifik kimyasallar içerir. İç mekân malzemelerinden kaynaklanan emisyonlarla ilgili bir dizi araştırma sonucu verniklerin iç mekan hava kirliliğine katkıda bulunduğunu göstermiştir (WHO 1989, Clausen ve ark., 1991, Howard ve ark., 1998, McCrillis ve ark., 1999). Tanımlanan bir yağ bazlı vernikten salınan ana VOC' un izobutanol, etilbenzen, m.p- ksilen, o-ksilen ve formaldehit olduğu belirtilmiştir (Howard ve ark., 1998).

Ahşap malzemenin korunması ile birlikte görsel anlam kazandırma amacı ile farklı tür ve yapıda selülozik, sentetik, poliüretan, polyester ve su bazlı vernik ve boyalar kullanılmaktadır. Vernik ve boyaların çevreye ve özellikle insan sağlığına zararlı olduğu zamanla anlaşılmıştır. Ahşap esaslı kompozit malzemelerde çıkan serbest formaldehit emisyonu için zamanla çeşitli sınırlamalar getirilmiş olsa da vernik ve boyalardan açığa çıkan zararlılara ilişkin farkındalıklar sınırlı düzeydedir. Ağaç ürünleri ve mobilyaların çevresel etkilerini tespit etmek, üreticilerin ürünlerini çevre dostu bir bakış açısıyla geliştirmelerini sağlamak ve böylece “yeşil” ürünler için büyüyen pazara girişlerini

hızlandırmak anlamlı bir içerek taşımaktadır. Bu tez çalışmasında, Türkiye'de mobilya endüstrisinde sıklıkla kullanılan selülozik, sentetik ve poliüretan verniklerdeki nButilasetat, Toluen, Aseton, İzopropanol, İzobütilasetat ve Paraksilen emisyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Çevresel Yaklaşımlar

Birleşmiş Milletler (BM) İnsan Hakları Beyannamesi Madde 3' e göre “Yaşamak, hürriyet ve kişi emniyeti herkesin hakkıdır.” Avrupa Birliği (AB) Temel Haklar Bildirgesi Madde 2' ye göre “Herkes, yaşama hakkına sahiptir.” Türkiye Cumhuriyeti (TC) Anayasası Madde 17' ye göre, “Herkes, yaşama, maddi ve manevi varlığını koruma ve geliştirme hakkına sahiptir.” Ayrıca, Madde 56' ya göre “Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir.” (Avrupa Birliği Temel Haklar Bildirgesi 2000, İnsan hakları evrensel beyannamesi, 2008, Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, 2009) ibareleri ile ulusal ve uluslararası bildirgelerde herkesin yaşama hakkı ve çevre sağlığı resmi olarak güvence altına alınmıştır.

Hukuken tanınan yaşama hakkının kullanılmasının gerektirdiği uygun çevre şartlarına ilişkin hükümler Milletlerarası Sözleşmelerde, özellikle 1966 Milletlerarası Ekonomik Sosyal ve Kültürel Haklar Sözleşmesinde yer almıştır. Söz konusu sözleşme herkesin yeterli bir hayat standardına sahip olması herkesin azami derecede beden ve ruh sağlığından istifade etmesi herkesin adil ve uygun şartlarda çalışma hakkı ve herkesin bilimsel gelişmelerden faydalanması hususlarını öngörmektedir. 1968'de Tahran'da toplanan milletler arası insan hakları konferansında oybirliği ile yayınlanan bildirgede; ilmi buluş ve teknolojik ilerlemeler bir yandan ekonomik, toplumsal ve kültürel gelişmeyi sağlarken diğer yandan bireyin hak ve hürriyetini de kısıtlamakta veya ortadan kaldırmaktadır. 1972 Stockholm Konferansı sonunda yayınlanan bildirinin ilk ilkesi de, insanın müreffeh ve haysiyetli bir hayat sürmesi için gerekli sağlıklı bir çevre, yeterli (asgari) hayat şartlarından bahsetmektedir. 24 devletin imzaladığı 1989 Hague Bildirisi giriş bölümünde de yaşama hakkından söz edilmektedir. Bildirgede bu hakkı teminat altına almak bütün dünya ülkelerinin en başta gelen görevidir şeklinde ifade edilmiştir (Bilgiç, 1993).

Çevre, canlıların yaşamları boyunca yaşamsal faaliyetlerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde bulundukları fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortamdır (Öz ve Özbaş, 2005). Çevre; insanların ve diğer canlıların yaşamları boyunca

ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı etkileşim içinde bulundukları fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortam olarak tanımlanabilir (Ertekin, 2011). İnsanlar için çevre, giydiği elbiselerden, mobilyalardan, kullandığı eşya, oda, ofis, ev, işyeri, sokak, cadde, mahalle, köy veya kent, coğrafi bölge, ülke, kıta, kısacası dünyayı kapsayabilmektedir. Bütün bu etkenler insanın çevresini oluşturmaktadır. İnsan ve diğer canlılar hayatlarını devam ettirebilmek için, temiz, sürdürülebilir, sağlıklı bir çevreye gereksinim duymaktadırlar. Teknolojinin ilerlemesi daha yüksek standartlara sahip bir yaşam sağlamakla birlikte birçok olumsuzluğu da beraberinde getirebilmektedir. Bu olumsuzluklar çevre kirliliğine neden olmakta ve çevre kirliliği bütün ekosistemi olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

İnsanoğlu var olduğu günden bu yana çeşitli faaliyetleri ile çevresini çoğu kez olumsuz yönde etkilemekte ve kirlenmesine neden olmaktadır. Özellikle 17. yüzyıldan bu yana sanayi devrimi ile birlikte insan, doğayı yalnızca olanaklar elverdiği oranda yararlanılması gereken bir meta olarak değerlendirmemiş ve doğanın kendini yenileme kapasitesinin sınırlı olduğunu oldukça geç fark edebilmiştir (Akyarlı, 1993). Bu bağlamda, doğanın kendini yenilemesi için gerekli zamanı tanımadan bilinçsizce kullanılması çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Çevre sorunları hava, su ve toprak kirliliği olarak kendini göstermesinin yanı sıra telafisi zor olan doğa olaylarının (küresel ısınma) yaşanmasına da neden olabilmektedir.

Dünyada çevre kirliliği arttıkça çevre bilinci gelişmeye başlamıştır. Çevre bilincinin oluşması ile tüm sektörlerin temel hedefi, insanların sağlıklı olarak yaşamını sürdürebilmesi ve çevre kalitesinin iyileştirilmesi olmuştur. Çevre bilinci başlangıçta çevre örgütleri tarafından gündeme getirilmiştir. Bu kapsamda, her geçen gün çevre kirliliğinin ciddiyeti daha iyi anlaşılmış ve insan yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemesi yanı sıra insanın en temel hakkı olan yaşam hakkı ilkesi ile örtüşmediği de iddia edilmiştir (Akyarlı, 1993, Gültekin, 2006).

Çevre hakkı; genel olarak insan hakları, sağlıklı ve temiz bir çevreye sahip olma hakkı ve nihayet müstakil olarak çevre hakkı şeklindeki gelişme seyrinin üçüncü basamağı olarak güncel yaşamda ifade edilebilmektedir (Gültekin, 2006). Yaşama hakkının kullanılabilmesi sağlıklı bir çevre ile mümkün olacağından bireyin bu hakkı kullanabilmesi için gerekli koşulların sağlanması yönünde çalışmalara devam etmektedir.

Çevre sorunlarının ciddiyetinin fark edilmesiyle birlikte bu konu üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Son zamanlarda Kyoto Protokolü ile uluslararası ölçekte bu konu işlenmiştir (Çamur ve Vaizoğlu, 2007).

Türkiye 05.06.2008 tarihinde Kyoto Protokolün imzalanmasına ilişkin tasarıyı meclise sunmuş ve Türkiye'nin Kyoto Protokolüne katılmasının uygun bulunduğuna ilişkin kanun tasarısı 05.02.2009 tarihinde, Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM) Genel Kurulunda kabul edilerek yasalaştırılmıştır (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü, Resmi gazete 2009).

Çevre sorunlarına duyarlılık ve çevre politikalarının oluşturulmasına AB önemli bir örnektir. AB çevre korunmasına ilişkin pek çok karar almış ve Dünya Çevre Konferansı belgelerini kabul etmiştir. Uluslararası kuruluşların yaptırım konusundaki yetkisizliğine karşın AB çevre sorunlarına ilişkin düzenlemelere uymayan ülkeleri Adalet Divanına verebilme gücüne sahip olması açısından da önemli bir yere sahiptir. AB'nin yaptırım gücü yanı sıra uluslararası geçerliliğe sahip Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu (ISO) 14000 Çevre Yönetim Sistemi (ÇYS) Standartları; kirliliği azaltmak, atık ürünleri kontrollü bir şekilde geri kazanımını sağlamak, enerji ve kaynak tüketiminin azaltılmasını sağlayarak üretim maliyetlerini düşürmek ve çevreye duyarlı ürünler üretmeyi amaçlamaktadır. Aynı zamanda Avrupa Birliği Temel Haklar Bildirgesi, Madde 37 Çevresel koruma: Yüksek düzeyde bir çevresel koruma, çevrenin kalitesinin iyileştirilmesi, birliğin politikalarına dâhil edilmeli ve sürdürülebilir kalkınma ilkesine uygun olarak sağlanmalıdır" ibaresiyle de yasalaştırılmıştır (Avrupa Birliği Temel Haklar Bildirgesi 2000, Önder, 2003). Paris Anlaşması, 2020 sonrası süreçte, iklim değişikliği tehlikesine karşı küresel sosyo/ekonomik dayanıklılığın güçlendirilmesini hedeflemektedir. Paris Anlaşması'nın uzun dönemli hedefi, endüstriyelleşme öncesi döneme kıyasen küresel sıcaklık artışının 2°C'nin olabildiğince altında tutulmasıdır. Bu hedef fosil yakıt (petrol, kömür) kullanımının tedricen azaltılarak, yenilenebilir enerjiye yönelmesini sağlamaktadır (Paris İklim Değişikliği Anlaşması, 2015).

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD); bir malzeme ya da ürünün çevreye olan etkisinin varoluştan yok oluşa kadar analiz yapılmasına yarayan bir yöntemdir. Bu yöntemin amacı, malzemelerin çevreye olan zararlı etkisini azaltmak, enerjiyi tasarruflu kullanmak, geri dönüşüm olanaklarını arttırmak ve çevreye en az düzeyde zarar veren

malzemelerin üretimini sağlayabilmektedir. Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle, ahşap malzemenin kullanım alanları genişlemiş, maliyetlerin düşmesi, üretim sürelerinin kısılması, ahşap ve türevleri ürünlere ulaşılabilirlik artmıştır. İlk dönemlerde ahşap malzeme doğada bulunduğu ham halde kullanılırken son yıllarda artan ihtiyaç miktarı ve çeşitliliğine cevap verebilmek için ahşap esaslı levha kullanımı ön plana çıkmıştır.

## 2.2. ISO 1400

Dünya, sürdürülebilir kalkınma yolunda çevre yönetim sistemi kavramının önemini kavradığı iddia edilebilir. Gelişmiş ülkeler bu konuda çevre yönetim sistemlerini oluşturmuşlardır. Sanayileşmiş ülkeler üretim alanında ulusal ve bölgesel şartlarına göre farklı kanuni gereklilikler ve çevre standartlarını uygulamaya koymuşlardır. Ancak bu durumun ticari bir engel olarak ortaya çıktığı iddia edilebilir. Ticari engel karmaşası karşısında, uluslararası ticaret yapan firmalarla ilgili olarak çevre yönetim sistemi standartlarını geliştirme süreci başlatılmıştır. Burada temel amaç, ülkeden, devletten, bölgesel ve yerel hukuktan bağımsız olarak, dünya genelinde iş yapan herhangi bir firmanın uygulayabileceği bir çevre yönetim sistemini oluşturmaktır.

Tüm dünyada kullanılması öngörülen ÇYS standartları ISO tarafından yapılmaktadır. 1991 yılından bu yana çevre ile ilgili faaliyetlerin çeşitlenmesi ve ISO 9000 Kalite Yönetim Sistemi'nin başarı ile uygulanmasının verdiği cesaretle ISO ve Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (UEK) üye ülkelerinin uzmanlarının katılımıyla Stratejik Çevre Danışma Grubu (SAGE) kurulmuştur. SAGE çalışmaları sonucu uluslararası çevre yönetimi standartlarını hazırlamak üzere ISO TC 207 sayılı teknik komiteyi kurmuştur. ISO TC 207 1996 yılında, çevre yönetim sistemi serisinin ilk standartları ve ISO 14001/ÇYS standardı yayınlanmıştır (Karaer ve Pusat, 2002).

ISO 14000: Ürünün, hammaddeden başlayıp nihai ürün haline getirilerek pazarlanması, kullanımı ve kullanım sonrası süreçlerin her aşamasında çevresel faktörlerin belirlenmesi bu faktörlerin gerekli önlemler ile kontrol altına alınarak çevreye verilen zararın en aza indirilmesini hedefler. ISO 14000 bir ürün standardı değil sistem standardıdır ve ne üretildiğinden ziyade, nasıl üretildiği ile ilgilenir. Çevre performansının izlenmesi ve sürekli iyileştirilmesi temeline dayanır. Çevre faktörlerine ilişkin olarak ilgili mevzuat ve kanunlar tarafından tanımlanmış koşullara uymayı şart koşmaktadır (Sucu, 2006).

### ISO 14000'in özellikleri

ISO 14000; örgüt, sistem ve ürün yönelimli olarak sınıflandırılabilirler. Örgüt veya sistem yönelimli standartlar; ÇYS'nin oluşturulup çalıştırılması ve değerlendirilmesi için kapsamlı ilkeler sağlar ve diğer örgüt sistemleriyle ara yüz oluştururlar. Ürün yönelimli standartlar ürünlerin veya hizmetlerin üretimleri ve çevre üzerindeki etkilerini araştırırlar ve bu etkileri minimuma indirmeyi çalışırlar (Sucu, 2006).

ISO 14000 çevre yönetim sistemi standartlarının temel özellikleri şunlardır;

- Gönüllülük
- Sürekli Gelişme ve Ar-Ge'ye Verilen Önem
- Açık Sistem Anlayışı
- Sistematik Yaklaşım

ISO 14000 standartları hazırlayan komitelerin özellikle dikkate aldıkları bazı temel ilkeler vardır. Bu ilkeler;

- Daha iyi bir çevre yönetimi sağlanması,
- Bütün ülkelerde uygulanabilirlik,
- Kamunun ve standartları kullananların çıkarlarının gözetilmesi,
- Düşük maliyetler ile dünyanın her yerinde her işletme için kolaylıkla uygulanabilirlik,
- Esnekliğin içsel ve dışsal olarak kontrol edilebilirliği,
- Bilimsel bir tabana dayanması,
- Pratik, yararlı ve kullanılabilir olmaları şeklinde sıralanmıştır (Sucu 2006).

ISO 14000 standartlarının kullanılabilirliğini ve etkinliğini arttırmak amacıyla standart geliştirmenin her alanında yukarıda sayılan bütün ilkelerin üzerlerinde önemle durulmuştur. ÇYS'nin kuruluş yapısı, planlama faaliyetleri, yükümlülükleri, usul ve işlemleri; çevre politikasının geliştirilmesi, uygulanması, gerçekleştirilmesi, gözden geçirilmesi ve sürekliliği için gerekli kaynaklar bu seride detaylı bir şekilde verilmiştir.

### ISO 14000'in faydaları

Üretim ve servis sektöründeki kuruluşların birçoğu, uluslararası pazarda iş yapabilmek için ISO 14000 ile uyumlu olma yönünde üzerlerinde güçlü bir pazar baskısı hissetmektedirler. Tüketicinin her geçen gün ekolojik olarak tasarlanmış, çevre dostu ürünleri tercih eder konuma geldiği söylenebilir. Bunun sonucu olarak pazardaki firmalar ÇYS'yi uygulayarak pazar paylarını artırma yönündeki çalışmalara hız vermektedirler.

ISO 14000, işletmelerin, uygulamakta olduğu faaliyetlerin potansiyel çevre etkilerini kontrol altına alabilmeleri için gerekli yapıyı sağlayan standartlar serisidir. ISO 14000'in ekosisteme katkısı; kirliliği azaltmak ve atık ürünlerin kontrollü bir şekilde geri dönüşümünü sağlayabilmektir. Üretici firmalara katkısı, girdilerin tüketiminin azaltılması ile üretim maliyetlerinin düşürülmesini sağlamak ve çevreye duyarlı pazarlara girebilme fırsatı yaratabilmektedir. ISO 14000 serisinin diğer kullanım yararları;

- Enerji ve diğer kaynakların tüketiminde azalma sağlayacak alanlarının tespit edilmesi, kaynakların etkin kullanımı ile elde edilen ekonomik kazanç,
- Yükümlülük ve risklerin azalması,
- Çevreye ilişkin yasal ve diğer kurallar ile gerekliliklere kolaylıkla uyum sağlanması,
- Çevre korumasında çevre yönetimi sistemlerini kullanarak, katkı sağlayan lider işletmelere verilen teşvik ve ödüllerden yararlanmaktadır,
- Kirliliğin engellenmesi ve atıkların azaltılması,
- Hisse sahiplerinden gelen çevre korumasına ilişkin baskılara karşılık verebilmek,
- Toplumun iyiliğine olumlu katkıda bulunmak,
- Üstün kaliteli işgücü yaratma hususunda ilgi sağlanması,
- “Yeşil” ürünler pazarından ve oluşan kardan pay almak,
- Sigorta işlemlerinde kirlilik olaylarının kapsam dışında kalması,
- Pazar payının korunmasında ve arttırılmasında sağlanan katkılar,
- İhalelerde elde edilen rekabet gücü,
- Değişen koşullara uyum göstermede elde edilen yetenek artışı olarak sınıflandırılabilir (Bostancıoğlu ve Düzgün, 2004, Sucu, 2006).

Uzun vadede çevre yönetimi sistemlerini kullanan firmalarda maliyet düşmesi ve kayıpların azalması sonucunda finansal yönden yüksek kazançlarının olması

beklenmektedir. Bunun yanı sıra, ISO 14000 uygulaması sonucunda işletmelerin çevreye duyarlı firma imajı yaratması ve pazarlama alanında olumlu bir pozisyona geçmeleri şirketsel bağlamda pozitif değerlendirilebilir. Ancak asıl önemli durum bu sonucun ekosistem üzerinde yapacağı pozitif etkilerdir.

### 2.3. Yaşam Mekânları ve Donatıların İnsan Yaşam Kalitesine Etkileri

Ekoloji, insan ve diğer canlıların birbirleriyle ve çevreleriyle olan ilişkilerini inceleyen bilim dalıdır (Bostancıoğlu ve Düzgün, 2004). Ürün ekolojisi ise ürünün çevreyle olan ilişkilerini kapsamaktadır. Ürünün çevreyle olan ilişkileri çeşitli evrelerle gerçekleşmektedir. Ürünün çevreyle olan ilişkileri düzenlemek ve çevreye uyumlu ürün üretmek, ürün yaşam döngüsü değerlendirmesiyle gerçekleştirilir. Günlük hayatta kullanılan mekân, donatılar, kullanılan gereçler ve mobilya ürünü çeşitli özelliklerinden dolayı çevreye yaydıkları zararlı gazlar kullanıcı sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Yapı ve mekânı oluşturan malzemeler yapısal özelliklerine göre kullanıcı üzerinde farklı etkilere neden olabilmektedirler. Bu malzemeler sınıflandırılarak kullanıcı üzerindeki etkileri Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Yapı malzemeleri zararlı gazlar ve sağlık üzerindeki etkileri

| Malzemeler    |                                                                                          | Kirletici Etkisi                                                | Kullanıcı Sağlığına Etkisi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Yapı Ürünleri | Beton, tuğla, granit, alçı, agrega                                                       | Radon<br>Etilbenzen<br>Formaldehit<br>Ksilen<br>Tolüen<br>Radon | Uzun süre etkisinde kalındığında akciğer kanseri, göz yanması ve yaşarması, üst solunum yolları tahrişi, öksürük, nabız artışı, baş ağrısı, kusma, ishal, uyku düzeninin bozulması, bitkinlik, koordinasyon bozukluğu,                                                                                                                                                                                |
|               | Doğrama profilleri, kaplama, çatı örtüsü, su, doğal gaz, kalorifer, elektrik tesisatları | Polivinil Klorür (PVC)                                          | Baş dönmesi, bitkinlik, baygınlık, baş ağrısı, bulantı, gözlerde yanma, uyku düzensizliği, bellek yitimi, işitme bozuklukları, sinirlilik, deride kalınlaşma, parmak ucu kemiklerinde değişiklikler, parmaklarda kan dolaşımının bozulması, kanın pıhtılaşmaması, çarpıntı, kalp krizi, bağışıklık sistemi zayıflığı, üreme organları sorunları, karaciğer, akciğer, mide, beyin, kan ve lenf kanseri |
|               | Yalıtım ürünleri, bazı döşeme ve tavan kaplamaları, eski sıvalar                         | Asbest                                                          | Öksürük, nefes darlığı, göğüs hastalıkları, asbestosis ve göğüs kanseri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Çizelge 2.2. Mekan malzemeleri, zararlı gazlar ve sağlık üzerindeki etkileri

| Malzemeler                      |                                                                                                                                                | Kirletici Etkisi                                                 |                                                                                                                                                                                                                  | Kullanıcı Sağlığına Etkisi                                                                                                                                                   |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dekorasyon ve Donatı Elemanları | Yapıştırıcılar, döşemeler, kaplamalar, boya ve vernikler, mobilyalar, halılar, yalıtım ürünleri, duvar kağıtları,                              | Zararlı Gazlar                                                   | Asetaldehit<br>Asetik asit<br>Aseton<br>Asetilen<br>Anilin<br>Amonyak<br>Benzaldehit<br>Benzen<br>Eten<br>Etilbenzen<br>Formaldehit<br>Formik asit<br>Hekzan<br>Ksilen<br>Metil klorür<br>Tolüen<br>Vinil klorür | Kanser, göz yanması ve yaşarması, üst solunum yolları tahrişi, öksürük, nabız artışı, baş ağrısı, kusma, ishal, uyku düzeninin bozulması, bitkinlik, koordinasyon bozukluğu, |
|                                 | Klimalar, hava kanalları, nem alıcılar, buzdolabı, çamaşır ve bulaşık makineleri, derin dondurucular vb. tuvalet ve banyolar, sağlıklı alanlar | Bakteriler, virüsler                                             |                                                                                                                                                                                                                  | Mikroorganizmalara bağlı çeşitli belirtiler; ağrılar, ateş, rahatsızlıklar, sinüslerin tıkanması, lejyoner hastalığı                                                         |
|                                 | Gazlı ocaklar, bacalar, ısıtıcılar, sobalar                                                                                                    | Azot dioksit<br>Karbondioksit<br>Karbonmonoksit<br>Kükürtdioksit |                                                                                                                                                                                                                  | Uyuşukluk, baş dönmesi, baş ağrısı, mide bulantısı, nefes darlığı, görme ve iletişim duyusunda azalma gözlerde, burunda ve boğazda yanma, öksürük, solunum enfeksiyonları    |

Kullanıcı yaşamını olumsuz yönde etkileyen, kullanıcı üzerindeki çeşitli etkilerle yaşam kalitesini düşüren bu etmenler dikkate alınarak çevreyle ve insanla dost ekolojik ürünler üretilmelidir.

## 2.4. Hammadde edinim süreci

Mobilya ürününün temel malzemesi ahşap, ahşap ve odunsu liflerden elde edilen yonga ve lif levhalardır. Bunun yanı sıra plastik ve metal aksamli malzemelerde mobilya sektöründe geniş kullanım alanına sahiptir. Bütün hammaddelerin kaynağını doğa karşılamaktadır. Mobilya ürününün oluşumunda ahşap ve ahşap kökenli malzemeler doğal olması nedeni ile ekosisteme en az zarar veren hammadde özelliğine sahiptir. Hammadde edinim süreci; doğada var olan kaynağın donanım, iş gücü ve enerji kullanarak üretim sürecine girdi oluşturacak hammaddenin sağlanmasını kapsamaktadır. Hammadde edinim sürecinde, doğru kaynağın uygun donanımla minimum enerji harcanarak çevreye en az zarar verecek şekilde uygun yöntemlerin kullanılması YDD kapsamında önem arz etmektedir.

## 2.5. Üretim süreci

Üretim süreci, hammadde, mamul ve yarı mamul gibi malzemelerin iş gücü, donanım ve enerji kullanımı ile çeşitli üretim süreçlerinden geçirilerek ürüne dönüşümün sistematik bütününi kapsamaktadır. Mobilya ürününün üretim süreçleri üretilecek mobilyanın özelliğine göre belirlenen süreçlerde minimum iş gücü ve enerji kullanılarak planlanması ekosistemin varlığını koruması bağlamında önem arz etmektedir. Üretilen mobilyanın bir seferde doğru ve kaliteli üretilmesi; üretim yapan işletmeye katkı sağlamasının yanı sıra, yeni bir üretim için hammadde ve enerjiye gereksinim olmayacağından çevreye daha az zarar vereceği söylenebilir.

Mobilya üretiminde 21. yüzyılda teknolojik gelişmeler ön planda olmasına rağmen orta ve küçük ölçekli işletmelerde birey daha etkin rol üstlenmektedir. Mobilya üretiminin kapalı mekânlarda yapılması, üretim esnasında oluşan toz ve kullanılan malzemelerin açığa çıkardığı çeşitli zararlı gazlar mekânın hava kalitesini azalttığı düşünülmektedir. Ahşap malzemenin işlenmesi esnasında yonga ve lif levhalardan açığa çıkan zararlı gazlar ve tozlar bireyin sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Üst yüzey işlemlerinde uygulanan boya ve verniklerin açığa çıkardığı çeşitli bileşikler bireyin sağlığını çeşitli yönde etkilemektedirler (Bozkurt, 1979, Kersten ve ark., 1994, Aksakal ve ark., 2005, Aydın 2010). Üretim esnasında sağlık sorunu olarak ortaya çıkan diğer bir sorun ise mobilya sektöründe kullanılan makinelerdir. Mobilya üretiminde kullanılan makine ve teçhizatların çıkardığı ses ve titreşimlerde birey üzerinde alçak sesleri işitmeme, sinirlilik, kulak

çınlanması, baş ağrısı gibi rahatsızlıklara neden olabilmektedir (Engür, 1990, Edi, 1993, Muluk ve ark., 1995).

Üretim sürecinde çeşitli nedenlerden dolayı hava kalitesinin düşmesi üretimde etkin bir rol üstlenen bireyin sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Üretim sonrası oluşan katı atıklar (talaş vb.) hammadde edinimine girdi sağlamak için kullanılması ile yeni doğal kaynakların kullanımını engelleyerek çevreye olumlu katkı sağlanabilir.

## **2.6. Kullanım süreci**

Kullanım süreci, ürünün (mobilya) mekânda kullanıcı ile etkileşimini kapsayan süreçtir. Birey çoğu zamanını mekân içinde geçirdiği için mekân içi hava niteliği sağlıklı ortam oluşturmak açısından önemlidir. Bu nedenle mobilya ürünü, etkileşimde bulunduğu bireye gerek kullanım açısından gerekse hava kalitesi açısından belirlenen standartlara sahip olması gerekmektedir.

Mobilya üretiminde kullanılan lif ve yonga levhalar; kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamak için değişik renk ve desen arayışı sonucu, üretilen boya ve vernikler, üretimde kolaylık sağlamak ve kaliteli ürün üretmek için kullanılan yapıştırıcılar mobilya ürününün kullanım esnasında bulunduğu mekâna gaz salınımı yapmasına neden olabilmektedir. Kullanıcı, gerek mobilyanın kullanım esnasında gerekse mekânda bu zararlı gazlarla solunun yolu ile etkileşimde bulunmaktadır. Bu etkileşim sonucunda ise kullanıcı sağlığı olumsuz yönde etkilenmektedir (Sönmez ve Budakçı, 2004, Aksakal ve ark., 2005).

Günlük hayatta önemli bir yere sahip olan mobilya ürünü, YDD süreçlerinin kullanım evresinde doğru mekânda ve amacına uygun olarak kullanılmalıdır. Kullanım süresinin maksimuma çıkarılması üretim sürecinin hammadde girdisini oluşturan doğal kaynaklara kendini yenileme imkânı sağlanabilmektedir.

## **2.7. Bakım-Onarım Süreci**

Ürünün (mobilya) kullanım ömrünü uzatmayı amaçlayan bir süreçtir. Ürünün ömrünün uzatılması ile maksimum kullanım sağlanacağından kaynaklara da kendini yenileyebilme imkânı sunulabilmektedir.

## 2.8. Geri Dönüşüm ve Yok Edinim Süreci

Kullanım ömrünü tamamlamış ve bakım-onarımı mümkün olmayan mobilyaların gerekli malzeme ayrışimleri yapılarak tekrar üretime girdi sağlamak amacıyla geri dönüşümü sağlanabilmektedir. Geri dönüşümü sağlanan malzemelerin üretim sistemine girdi oluşturması doğal kaynakların az kullanımına katkı sağlayabilmektedir. Geri dönüşümü mümkün olmayan malzemeler ise uygun yöntemlerle çevreye minimum zarar verecek şekilde tekrar doğaya dönüşümü sağlanarak YDD süreçleri tamamlanmalıdır.

Mobilya ürünü tasarlanırken kullanıcının fiziksel ve psikolojik ihtiyaçlarını karşılamasının yanı sıra ekosistem üzerindeki etkileri de dikkate alınmalıdır. Bu nedenle YDD süreçleri tasarlanırken mobilya ürününün etki alanları çok iyi belirlenmelidir. Kullanılan hammaddeler gerek doğaya gerekse kullanıcıya en az zarar veren malzemelerden seçilmelidir. Hammadde ve yarı mamullerin ürüne dönüşüm süreçleri tasarlanırken minimum atık, minimum enerji ve maksimum verimlilik prensibi esas alınmalıdır. Mobilya ürünü yapısına uygun mekânlarda kullanılarak ve periyodik bakımlar yapılarak kullanım süresi maksimuma çıkarılmalıdır. Mobilyaların bakım-onarım sürecinde doğru teknikler kullanılarak tekrar kullanıma sunulması ile ekosisteme olumlu katkı sağlanabilir. Gerekli ayrışimler yapıldıktan sonra geri dönüşümü mümkün olmayan malzemelerin yok edinim süreci, ekosisteme en az zarar verecek şekilde tasarlanarak uygulanmalıdır.

Mobilya ürününün insan yaşam kalitesine etkisi üretim, pazarlama ve kullanım süreçlerinde belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda mobilya ürününün malzeme analizi ile açığa çıkardığı zararlı gazların limit değerlere uzaklığı ise yapılan ölçümlerle belirlenmesi amaçlanmıştır.



### 3. MALZEME ve YÖNTEM

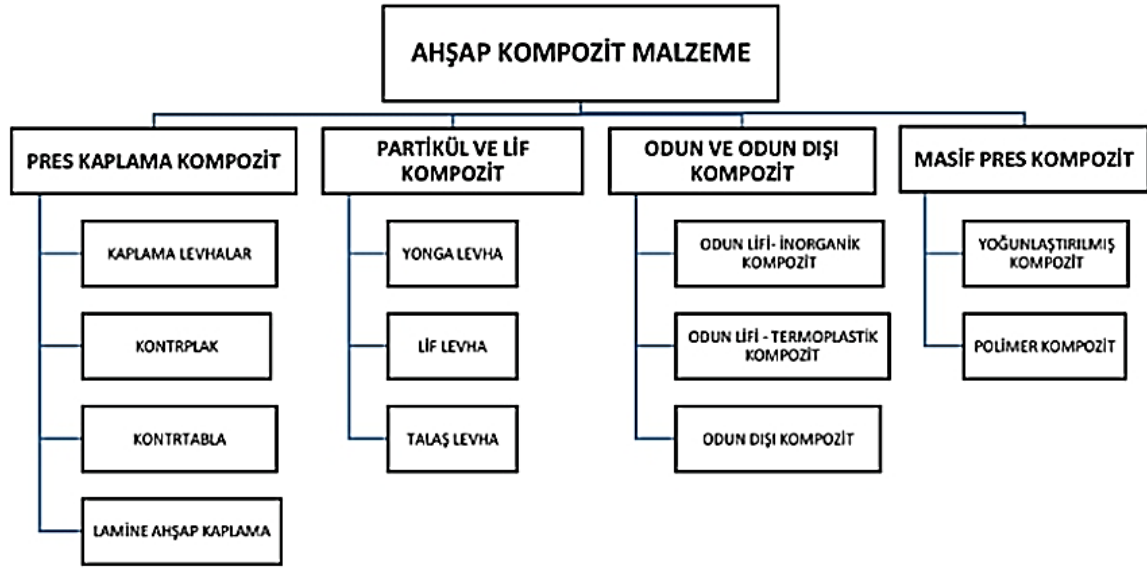
#### 3.1. Malzemeler

Malzemeler Türkiye mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yonga Levha ve MDF Türkiye ana fabrikalarından temin edildi. Bu tez çalışmasında ahşap esaslı levhalar; yonga levha (YL) ve orta yoğunluklu lif levha (MDF) kullanılmıştır. Ahşap esaslı levhalar (Yonga levha ve lif levhalar): TS EN 312 (2005) standardına göre üretilmiş 210x280x0.18 cm ebatlarında standart YL ve TS EN 622-5 (2008) standardına göre üretilen MDF kullanılmıştır. Çalışmada örneklerin verniklemesi işleminde selülozik, sentetik ve poliüretan vernikler kullanılmıştır. Bu kısımda kullanılan verniklere ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

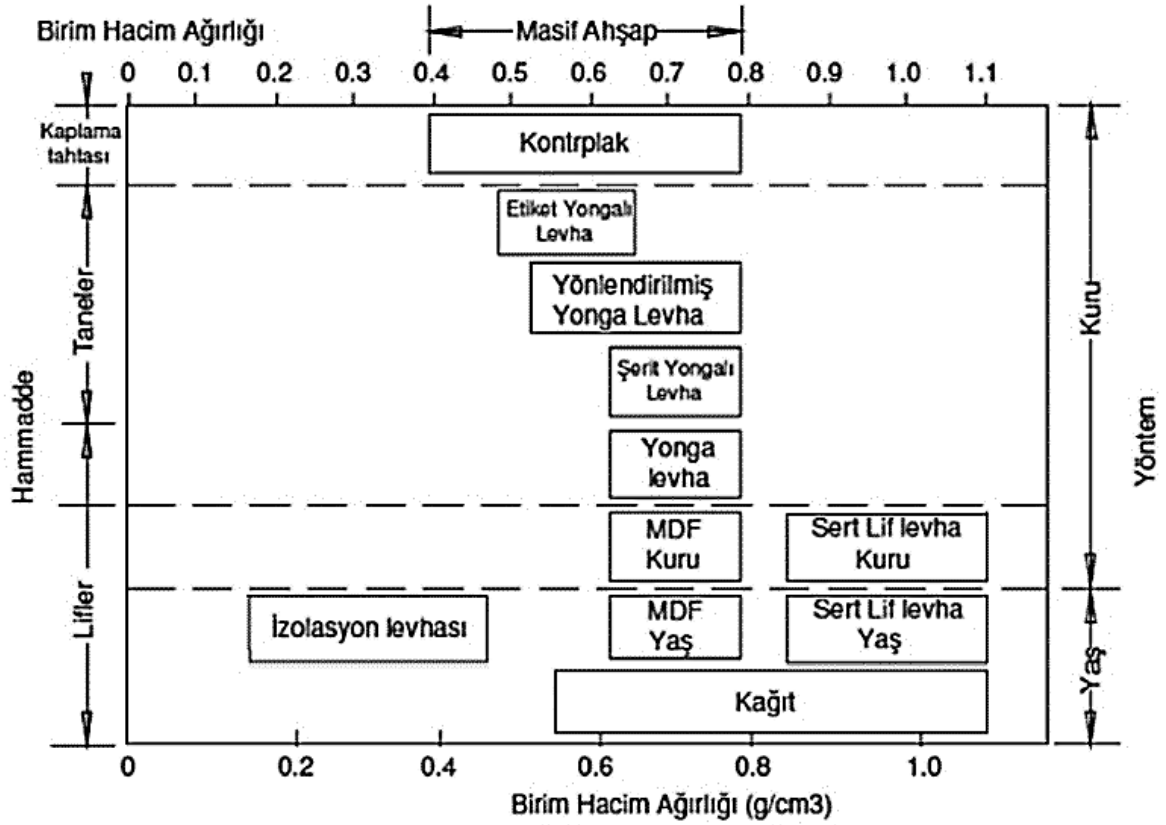
##### 3.1.1. Ahşap esaslı levhalar

En az iki farklı malzemenin makro boyutlarda birleşerek oluşturduğu yeni malzemeye kompozit malzeme denir. Kompozit üretimindeki amaç, tek başına uygun olmayan, birbiri içerisinde çözünemeyen malzemeleri kullanım alanlarına uygun özellikleri verebilecek duruma getirmek için yeni özellikler katmaktır. Değişik birçok tanımlama yapmak mümkün olmakla birlikte, odunların (lif, yonga veya parçacık), diğer malzemelerle örneğin; plastik, sentetik lifler, tutkal, dolgu maddeleri, fonksiyonel bileşikler, vb. sıcaklık ve basınç altında bir araya getirilmesiyle elde edilen ürünler kısaca “Ahşap Kompozit Malzeme” olarak bilinmektedir.

Ahşap esaslı levha üretiminde çoğunlukla ağaç malzeme artıkları kullanılıyor olsa da son yıllarda geri dönüşüm kültürü ile mobilya artıkları, vb. malzemelerde kullanılmaktadır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan ahşap esaslı levhaların başında yonga ve lif levha ile bunların kaplanmış halleri olan MDF lam ve Yonga Levha ile kontrplak gelmektedir. Odun kompozitlerinin sınıflandırılması ve yoğunluklarına göre levha tipleri şekil 3.1 ve 3.2’ de verilmiştir (Youngquist, 1988, Eroğlu ve Usta, 2010).



Şekil 3.1. Odun kompozitlerinin sınıflandırılması (Youngquist, 1988)



Şekil 3.2. Ahşap esaslı levhaların yoğunluk tablosu (Eroğlu ve Usta, 2010)

## Yonga levha

TS EN 309:2008-1 standardına göre yonga levha “Odun parçacıklarına (ince odun, yonga, talaş, kereste tozu vb. ) ve/veya yonga şeklindeki diğer lignoselülozik malzemelere (keten kırıntıları, kendir, suyu çıkarılmış şeker kamışı, saman vb.) polimerik yapıştırıcı eklenerek ısı ve basınç uygulaması ile imal edilen levhalardır (TS EN 309:2008-01 2008).

### Yonga Levhaların Sınıflandırılması (TS EN 309, 2008)

Üretim metoduna göre;

Çimentolu yonga levhalar ( betopan- beyopan )

Yönlendirilmiş yonga levhalar ( OSB )

Etiketli yonga levha ( wafer board )

Şerit yonga levhalar ( flake board )

PVC+Polystren atıklı yonga levhalar

Manyezitli yonga levhalar ( heraklit )

Üzerine baskı yapılmış yonga levhalar

Tutkal ve bağlayıcı cinsine göre;

Ürefoformaldehit tutkalı ile üretilmiş

Fenolformaldehit tutkalı ile üretilmiş

Melamin tutkalı ile üretilmiş

Polyizosiyeonat tutkalı ile üretilmiş

Bağlayıcı olarak sülfat atık suyu kullanılmış

Bağlayıcı olarak doğal yapıştırıcılar (kazein, soya, kan vb.) kullanılmış

Şekline göre;

Düz

Yüzeyi profillendirilmiş

Kenarı profillendirilmiş Yongaların ölçü ve şekillerine göre;

Yonga levha

Diğer parçacıklardan yapılan levhalar (örneğin keten lifi gibi bitkisel atıklarla yapılan levhalar )

İmalat sürecine göre;

Düşey (yatay) Preslenmiş

Dikey Preslenmiş

Kalıplanmış (Delikli ve deliksiz) Yüzey durumuna göre;

Preslenmiş Haliyle (zımparalanmamış)

Zımparalanmış veya planyalanmış

Sıvı maddelerle kaplanmış (örneğin boya)

Katı bir malzeme ile basınç altında kaplanmış (ahşap kaplama, reçine emdirilmiş dekoratif kâğıt, laminat, folyo)

Levhanın yapısına göre;

Tek tabakalı levhalar

Çok tabakalı levhalar

Yongaların büyüklüğüne göre kademelendirilmiş levha ( en kesitte )

Kalıplanmış delikli levha kullanım amacına göre;

Kuru şartlarda kullanılan genel kullanım amaçlı levhalar.

Kuru şartlarda kullanılan iç mekân uygulamaları (mobilya dâhil) için levhalar

Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar

Kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar

Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar

Kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar Yoğunluklarına göre;

Hafif (500 kg/m<sup>3</sup>'ten az)

Orta (500-650 kg/m<sup>3</sup> arası)

Ağır (650 kg/m<sup>3</sup>'ten fazla) Yüzey kaplama malzemesine göre;

Kaplamasız

Ağaç kaplamalı

Sıvı yüzey kaplama maddeleri ile kaplanmış yonga levhalar

## Lif levhalar

Liflevha, bitkisel lif ve lif demetlerinin bazen doğal yapışma ve keçeleşme özelliklerinden bazen de yapıştırıcı madde ilavesiyle oluşan levha taslağının preslenmesi sonucu oluşan levhalardır (Eroğlu ve Usta, 2000). TSE'nin TS 2129 standardına göre lif levha ısı ve/veya basınç uygulaması ile lignoselülozik liflerden üretilmiş, kalınlığı 1,5 mm ve daha büyük olan levhalardır (TS 2129, 2012).

Lif Levhaların Sınıflandırılması (TS 64-1 EN 622-1, 2005, Zengin, 2010).

1. Yoğunluklarına göre;

1.1. Düşük yoğunluklu lif levhalar-İzolasyon lif levhası (LDF-Light Density Fiberboard)

$$\text{Yoğunluk} < 0,35 \text{ gr/cm}^3$$

1.2. Orta yoğunlukta lif levhalar (MDF - Medium Density Fiberboard)

$$0,35 \text{ gr/cm}^3 < \text{Yoğunluk} < 0,80 \text{ gr/cm}^3$$

1.3. Yüksek yoğunlukta lif levha – Sert lif levha (HDF- High Density Fiberboard)

$$0,80 \text{ gr/cm}^3 < \text{Yoğunluk} < 1,10 \text{ gr/cm}^3$$

2. Üretim yöntemlerine göre;

2.1. Yaş yöntemle üretilmiş

2.2. Yarı kuru yöntemle üretilmiş

2.3. Kuru yöntemle üretilmiş

3. Liflerin yönlendirilmesine göre;

3.1. Lifleri yönlendirilmeden üretilmiş

3.2. Lifleri yönlendirilmiş (Oriented Fiberboard)

4. Levhaların yüzey yapısına göre;

4.1. Bir yüzeyi düzgün (S1S- Smooth one surface)

4.2. Her iki yüzeyi düzgün (S2S- Smooth two surfaces)

5. Kullanılan tutkal çeşidine göre;

5.1. Üre formaldehit tutkallı

5.2. Fenol formaldehit tutkallı

5.3. İzosiyanat tutkallı

#### 5.4. Melamin-formaldehit tutkal ve üre-formaldehit tutkal karışımı

### 3.1.2. Vernikler

Bu çalışmada örneklerin vernikleme işleminde selülozik, sentetik ve poliüretan vernikler kullanılmıştır. Bu kısımda kullanılan verniklere ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

#### Selülozik vernik

Selülozik vernik, nitroselüloz ve sülfirik asitlerden; aseton, amil-asetat, butil-asetat, etil-asetat gibi eriticilerden; vernik reçinelerinden; tolüen ve benzin gibi incelticilerden ve plastikleştiriciler veya yumuşatıcılardan (fosforik ve fethalik asitler) meydana gelmiştir. Sert, selüloide benzer bir üst yüzey meydana getiren selülozik vernik çok çabuk kurur ve bir defa kuruyunca bütün kimyasal faaliyet durmaktadır. Bu durum sağlam, rutubete, alkole (ispirtoya) dayanıklı ve normal derecedeki ısı değişikliklerinden veya çok yüksek olmayan sıcaklık tesiri ile bozulmayan, bir üst yüzey meydana getirmektedir. Selülozik vernik kuruma esnasında renk değiştirmemekte ve çabuk kurumasından dolayı toz benek ve lekeleri çok az olmaktadır. Selülozik vernik mobilya, oyuncak, modeller, spor malzeme parçaları üzerinde püskürtme, fırça ile sürme, daldırma gibi metotlarla kullanılmaktadır (Hammond ve ark., 1969).

Selülozik verniğin, yaklaşık %25-35 bölümü, sürüldüğü yüzeyde katman haline gelir. Verniğin katman yapan bölümü, nitroselüloz, reçineler ve yumuşatıcılardan oluşur (Şanıvar ve Zorlu, 1999). Selülozik parlak verniğe ait bazı teknik özellikler Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Selülozik parlak verniğe ait bazı teknik özellikler (Polisan, 2016)

| Özellikler                         | Ortam Sıcaklığı | Birim        | Değer                                                                                           |
|------------------------------------|-----------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Katı Madde                         | -               | %(ağırlıkça) | 32,5±2                                                                                          |
| Yoğunluk                           | -               | g/ml         | 0,96±0,02                                                                                       |
| Viskozite                          | 20°C            | Sn/Dın6      | 40-55                                                                                           |
| Boyanabilen<br>(Kaplanabilen) Alan | -               | -            | Tek katta 10-12 m <sup>2</sup> /kg                                                              |
| Kuruma Süresi                      | 23°C            | -            | 3-5 dakikada toz tutmama<br>kuruması 10-15 dakikada<br>dokunma kuruması<br>12 saatte tam kuruma |

### Sentetik vernik

Sentetik (yapay) reçinelerin organik çözücüler içerisindeki eriyiklerine sentetik vernik denir. Sentetik reçineler, oluşumunu tamamlamış ve polimerleşmesi yarım bırakılmış olarak iki tipte üretilmektedir. Oluşumunu tamamlamış sentetik reçineler nitroselüloza benzer ve fiziksel kuruma yaparlar. Vinilklorür, polivinilklorür, polivinilasetat, klorlu kauçuk bu gruba girer. Polimerleşmesi yarım bırakılmış sentetik reçinelerde yağlı bir alkid kullanılmaktadır. Katı bağlayıcının %40'ından fazla oranda yağ içeren türlerine uzun yağlı alkidler denir. Strenal alkid, üretan alkid, epoksi ester bu maksatla en çok kullanılanlardandır. Bunlarda, polimerizasyona ya da oksidasyona dayalı bir kuruma şekli görülür ve dönüşümsüzdür. Sentetik vernikte kuruyan yağlar da kullanılmaktadır. Bunun amacı, esnek ve sağlam bir katman yapmanın yanı sıra kuruma süresini uzatmaktır. Bu maksatla en çok keten tohumu yağı kullanılır (Budakçı, 1997).

Sentetik vernikte, 1930'lu yıllardan beri kullanılan en iyi çözücü terebentin olup, son zamanlarda mineral sipiritleri, alifatik, naftanik ve bazen de aromatik hidrokarbon karışımları kullanılmaktadır. Kurumayı hızlandırmak için oksijen verme yeteneğindeki metal sabunları, kurutucu (katalizör) olarak kullanılır. Bu maksatla en çok kobalt, kurşun, mangan kullanılmaktadır (Sönmez, 1989).

Son yıllarda özellikle mobilya sektöründe giderek az kullanılan sentetik vernik, yapı marangozluğunda, doğramacılıkta, bahçe ve mutfak mobilyalarının yanı sıra sandal ve yat endüstrisinde geniş bir kullanım alanına sahiptir (Budakçı, 1997). Sentetik yat verniğe ait bazı teknik özellikler Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Sentetik yat verniğe ait bazı teknik özellikler (Polisan, 2016)

| Özellikler                         | Ortam Sıcaklığı         | Birim        | Değer                                                            |
|------------------------------------|-------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------|
| Katı Madde                         | -                       | %(ağırlıkça) | 48±2                                                             |
| Yoğunluk                           | -                       | g/ml         | 0,92±0,02                                                        |
| Viskozite                          | 25°C                    | Sn/Dın4      | 90-110                                                           |
| Boyanabilen<br>(Kaplanabilen) Alan | -                       | -            | İki katta 15(30-40 mikron kuru film kalınlığı) m <sup>2</sup> /L |
| Kuruma Süresi                      | 23°C<br>%50±2 bağıl nem | -            | 2 saatte toz tutmama kuruması<br>6 saatte tam kuruma             |

### Poliüretan vernik

İki komponentli vernik olup kimyasal tepkimeli vernik gruplarındandır. Eritici inceltici sıvı buharlaşırken, elemanları kimyasal tepkimeye girer. Bunlar alkollenmiş kuruyan yağlar, polieterler ve poliester ile kastor yağı türevleri gibi bünyesinde serbest hidroksil ( $\text{OH}^-$ ) bulunduran bileşenlerin izosiyanatlarla reaksiyonu sonucu meydana gelen ve yapısında N-C-O bulunduran bileşiklerdir (Sönmez, 1989). İki bileşenli poliüretan vernik de, birinci bileşen bünyesinde serbest hidroksil ( $\text{OH}^-$ ) grubu bulunduran bir tür alkid polyester reçine olup, verniğin ana bağlayıcısıdır. Ana bağlayıcı iki değerlikli karbosilli asitler ile üç değerlikli alkollerin esterleşme tepkimesi sonucu oluşur (Richardson, 1978).

Verniğin polimer oluşumu, ağaç malzeme yüzeyinde tamamlaması, ağaç malzeme yüzeyi ile güçlü bağ kurmasının önemli nedenlerindendir. Esnek katmanı mekanik etkilere, asit, baz, su, nem, kuru ve sıcaklığa karşı dayanıklıdır. Özellikleri itibariyle iç mekânda banyo hariç bütün birimlerde kullanılabilir. Su ve nem etkisine açık bütün yüzeylerin vernikle kapatılması zorunludur. Katmanın su alması halinde, nefes alma yeteneği olmadığı için vernik ağaç malzeme ara kesitindeki bağlar önemli hasar görebilir. Alifatik izosiyanattan üretilen alkid reçine esaslı poliüretan vernik güneş ışınlarına dayanıklı olduğu gibi, rengini bozulmadan uzun süre korur (Budakçı, 1997).

Poliüretan verniklerde yüzeyde kalıcı oran % 50'dir. Vernik sıvısı ise akışkandır. Verniği işe uygulamak üzere hazırlarken, üretici firmanın önerilerine uyulmalıdır. Verniği inceltmek için aynı firmanın ürettiği poliüretan tineri kullanılmalıdır. Poliüretan vernikler hemen hemen bütün yöntemlerle yüzeye sürülebilir. Fırça, püskürtme, daldırma ve dökme yöntemi ile yüzeylere uygulanabilir. Vernikleme esnasında, kullanılan araç ve gereçlerin çok temiz olması gerekir. Poliüretan parlak verniğe ait bazı teknik özellikler Çizelge 3.3' de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Poliüretan parlak verniğe ait bazı teknik özellikler (Polisan, 2016)

| Özellikler                         | Ortam Sıcaklığı | Birim        | Değer                                                                                                            |
|------------------------------------|-----------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Katı Madde                         | -               | %(ağırlıkça) | 54±2                                                                                                             |
| Yoğunluk                           | -               | g/ml         | 0,98±0,02                                                                                                        |
| Viskozite                          | 20°C            | Sn/Dın6      | 47-55                                                                                                            |
| Boyanabilen<br>(Kaplanabilen) Alan | -               | -            | Tek katta 10-12 (35-40 mikron kuru film kalınlığı) m <sup>2</sup> /kg                                            |
| Kuruma Süresi                      | 23°C            | -            | 20-25 dakikada toz tutmama kuruması 1-1,5 saat dokunma kuruması 24 saatte tam kuruma 48 saat pasta polish kuruma |

Vernikler ve kaplamalar, çok eski zamanlardan beri mobilya ve ahşabın korunmasında yaygın olarak kullanılmıştır. Reçine esaslı verniklerin kullanımı tarihsel olarak Mısır, Fars, Çin, Yunan veya Hint kültürü gibi eski zamanlara kadar görülmektedir (Cortina ve Carbo, 2004). Eski zamanlardan bugünlere kadar ahşap bazlı iç mekân malzemeleri kullanılmış ve çevreyi kirletmiştir. Kimyasal bileşenlerine göre, vernikler dört tipte sınıflandırılabilir: bitümlü vernikler, yağ bazlı vernikler (esas olarak kimyasal reaksiyon ile film), spar vernikler ve ruhu vernikler (esas olarak çözücü buharlaştırma ile film) (ASTM 1995).

### 3.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Avrupa'daki en popüler yöntemler, nitel değerlendirme için kontrol listesi yöntemi ve nicel analiz için Life Cycle Assessment – Yaşam Döngüsü Analizi (LCA)'dır. LCA, ürün tasarımının niceliksel bir değerlendirmesinin türetilmesi ve böylece ürün kalitesi ve özelliklerinin rafine edilmesi için bir araçtır. Yeni ürün tasarımında kullanımına ek olarak, hâlihazırda kullanımda olan ürünleri değerlendirmek için giderek daha yararlı bir teknik olarak kabul edilmektedir. Bu kapsamda, TS EN 717-1 (2006) standardına göre; gaz emisyonlarının salınımı FTIR Spectrum Two <sup>TM</sup> Gaz analiz cihazı ile ölçülmüş (Resim 3.1). VOC emisyonunu temsil eden nicel veriler ise Eco-Indicator 99 (Goedkoop ve Spriensma, 2000) verileri ile karşılaştırılmıştır.



Resim 3.1. FTIR spectrum two <sup>TM</sup> gaz analiz cihazı

Bu tez çalışmasında; selülozik, sentetik ve poliüretan verniklerde nButilasetat, Toluen, Aseton, İzopropanol, İzobütilasetat ve Paraksilen emisyonlarının uluslararası kabul edilen ppm (milyonda bir parçacık) değerlerine uzaklığı tespit edilmiştir. Vernik uygulanan örneklerde uygulama anındaki, 3 saat sonrası, 15 gün ve 30 gün sonrası gaz ölçüm değerleri ve çevreye yayılan gaz salınımları tespit edilmiştir. Gaz salınımlarının zaman ile ilişkileri analiz edilerek tezin temel amacı ve hipotezlerini oluşturmuştur.

Hipotez 1: Vernik kaplı her iki panelde de VOC emisyon değerleri ölçümleri arasında önemli farklılıklar vardır.

Hipotez 2: Panellerde VOC emisyonunun ölçüm değerleri arasında önemli farklılıklar vardır.

Hipotez 3: Panellerde VOC emisyonlarının ölçüm değerleri arasında dört farklı zamanda farklılıklar vardır.

Yukarıda verilen hipotezleri test etmek için araştırmanın amacına uygun olarak geliştirilmiş olan araştırma yöntemi ve bulgular aşağıda açıklanmıştır.

### 3.2.1. Ahşap esaslı levhaların hazırlanması

Numuneler, TS EN 326-1 (1999) 'a göre 210x280x0,18 cm levhalardan 50x50x0,18 cm ölçülerinde kesilerek elde edildi. YL ve MDF için 15'şer adet olmak üzere toplamda 30 adet numune hazırlanmış ve her bir numune 1 – 30 arası numaralandırılmıştır. Daha sonra numunelerin hassas terazide ağırlıkları ölçülmüştür (Precia Gravimetrics 312-6200C). Ardından, numune yüzeyleri 0.01 cm kalınlığındaki kayın kaplama ile üre bazlı beyaz toz tutkal kullanılarak 120° C sıcaklık ve 150 bar basınçta preslenerek kaplanmıştır. Pres sonrası numunelerin kenarları temizlenerek 0.02 cm kalınlığında kayın papel kaplama ile PVA tutkalı kullanılarak kenarları kapatılmıştır. Numuneler, kalibre zımpara makinesinde 120 nolu kum zımpara ile zımparalandıktan sonra yüzeylerinde ki tozlar alınmış ve vernikleme işlemine hazır hale getirilmiştir. Yüzeylere selülozik, sentetik ve poliüretan vernikler fırça ile yüzeye 70 gr vernik sürülmüş, hemen devamında ölçüm yapılması için TK 600 İklimlendirme kabinine (Resim 3.4 ve 3.5) konularak 20 °C ve % 60/65 bağıl nemde 3 saat kuruması için bekletilmiştir. Daha sonra, numuneler, ilk ölçümler için iklimlendirme kabininden çıkarılmış, uçucu gazların salınımını engellemek için şeffaf naylon ile numuneler paketlenmiş (Resim 3.2 ve 3.3) ve TS 2471'e göre iç ortam koşullarına eşit bir nem değeri elde etmek için oda sıcaklığında bekletilmiştir (Türk Standartları Enstitüsü, 2005a).



Resim 3.2. Yonga levha



Resim 3.3. Lif levha

### 3.2.2. Verniklerin uygulanması

Ahşap esaslı panellere üretici firmanın teknik bilgi formlarında belirttiği esaslara göre uygulanan selülozik, sentetik ve poliüretan vernikler ile deney numuneleri hazırlanmıştır. Bu kısımda üretici firmanın teknik bilgi formlarında belirtilen esaslar aşağıda verilmiştir (Polisan, 2016).

#### Selülozik vernik

Alkid reçine esaslı nitroselüloz modifiyeli, hava kurumalı parlak görünümlü bir verniktir. Selülozik verniğin özellikleri: hızlı kuruma, yumuşak, kaygan film, uygulama kolaylığı, mükemmel yayılma, yüksek parlaklıktır. Tüm iç kullanım amaçlı mobilyaların ahşap, MDF ve kaplama gibi yüzeylerde kullanılır. Selülozik vernik karışım oranları ağırlıkça 100 selülozik parlak vernik ve %90-100 selülozik tiner, hacimce 100 selülozik parlak vernik ve %105-115 selülozik tiner oranında hazırlanmıştır. Selülozik vernik 15-30°C sıcaklıkta ve viskozitesi 14-16 sn / DIN CUP 4 / 20°C olarak her bir numuneye 70 gr. olmak üzere fırça ile tek kat uygulanmıştır.

#### Sentetik vernik

Üretan alkid reçine esaslı, her türlü ahşap yüzey için üretilmiş bir verniktir. Sentetik verniğin özellikleri: deniz suyuna, güneş ışığına ve deterjana dayanıklı, ezilme ve aşınmaya yüksek dirençlidir. İç ve dış mekânlarda, teknelerde ahşap kısımlarında kullanılır. Sentetik vernik uygulama sıcaklığı 10-30 °C olacak şekilde her bir numuneye 70 gr. olmak üzere fırça ile tek kat uygulanmıştır.

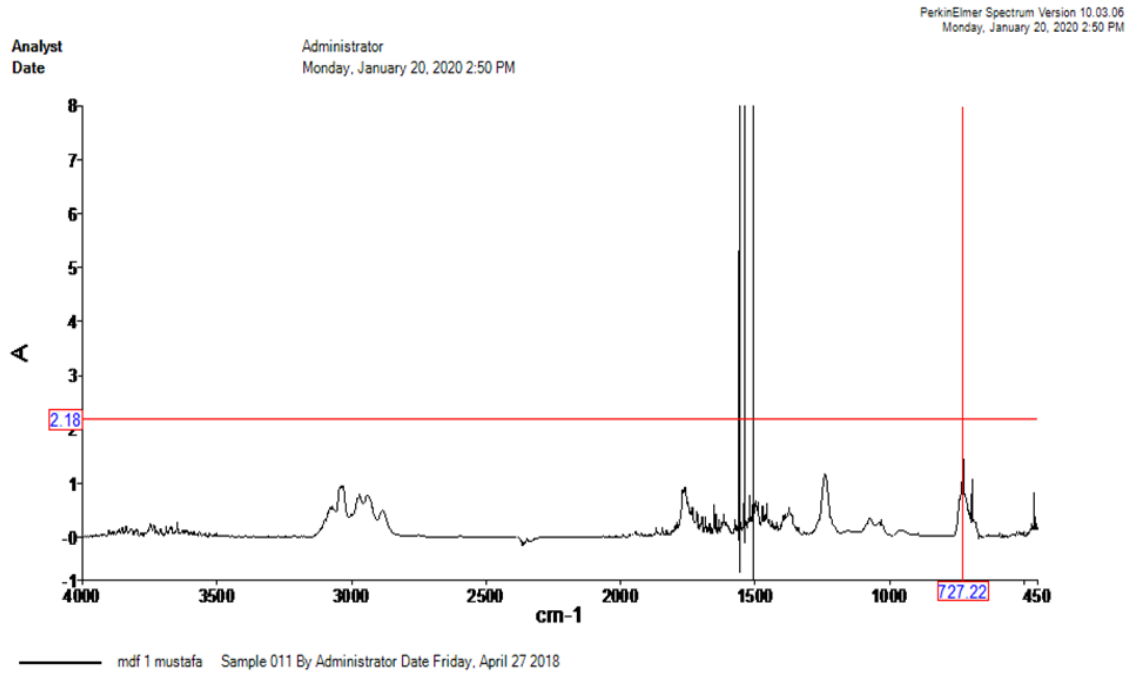
#### Poliüretan vernik

Poliüretan esaslı iki bileşenli izosiyanat ile kürlenmiş süper parlak bir son kat verniktir. Poliüretan verniğin özellikleri: yüksek parlaklık, 48 saat sonra polishlenebilme, mükemmel yayılma, fiziksel ve kimyasal etkenlere dayanıklılıktır. Tüm iç kullanım amaçlı mobilyalarının MDF, masif, kaplama gibi ahşap yüzeylerinde kullanıma uygundur. Poliüretan vernik karışım oranları Poliüretan verniği ağırlıkça I. kısım 1, II. kısım 1, özel tiner %5-10 ve hacimce I. kısım 1, II. kısım 1, özel tiner %8-12 oranında hazırlanmıştır. Poliüretan vernik 15-30°C sıcaklıkta ve viskozitesi 14-16 sn / DIN CUP 4 / 20°C olarak her bir numuneye 70 gr. olmak üzere fırça ile tek kat uygulanmıştır.

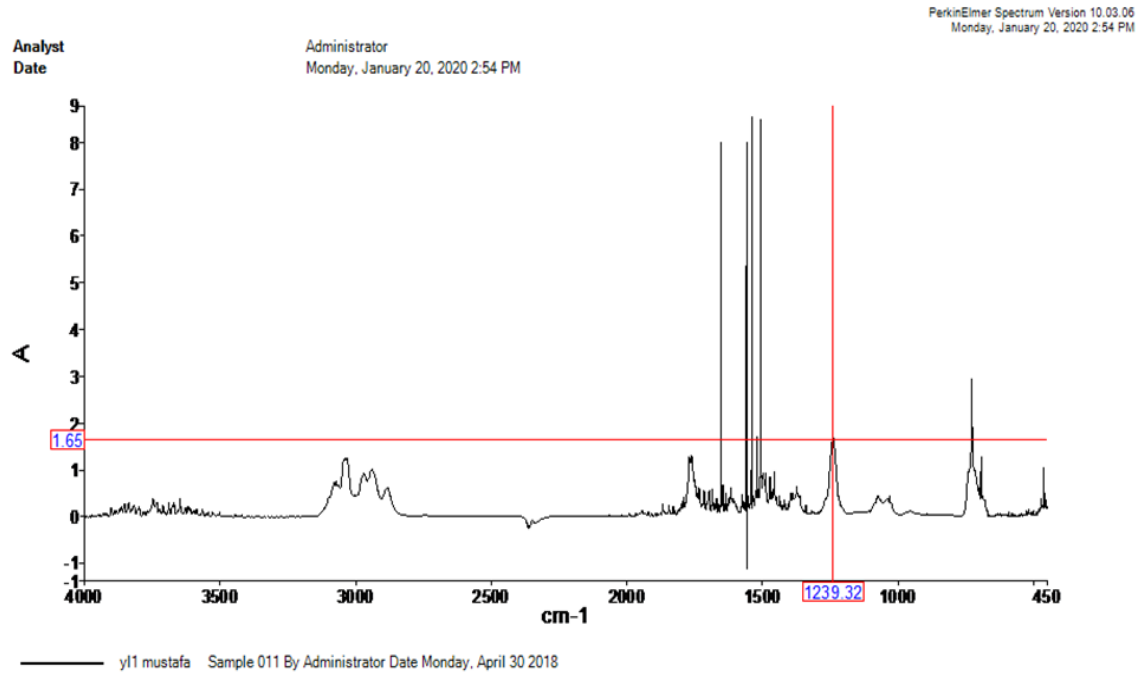
### 3.3. Yöntem

Ahşap esaslı paneller üzerine uygulanan selülozik, sentetik ve poliüretan verniklerden açığa çıkan gazların emisyon değerlerini belirlemek amacıyla;

- ✓ Yonga levha numuneler TS EN 312 (2005), lif levha numuneler TS EN 622-5 (2008) standardına göre üretilen 210x280x0.18 cm levhalardan 50x50 cm ebatlarında hazırlanmıştır.
- ✓ Sıcak pres yöntemiyle üre bazlı beyaz toz tutkal kullanılarak kayın kaplama 120°C sıcaklık ve 150 bar basınçta preslenmiştir.
- ✓ Cumbalara PVAc ahşap tutkalı ile papel kaplama sıkılmıştır.
- ✓ Numuneler kalibre zımpara makinesinden geçirildikten sonra cumbalar 120 nolu kum zımpara yapılarak her bir numuneye numara verilmiştir.
- ✓ Precia Gravimetrics AG 312-6200C hassas tartı ile numunelerin ağırlığı tespit edilmiştir.
- ✓ Vernikler 70 gr. olarak fırça ile numuneler üzerine uygulanıp 717-1 Oda metoduna göre Klimatik Test Kabininde 20 °C sıcaklık ve % 65 nem koşullarında 3 saat bekletildi, uygulama esnasında çalışanın maruz kaldığı gaz emisyon değerlerini ppm olarak tespit etmek amacıyla, Klimatik Test Kabininden alınan gaz numunesinin FTIR SpectrumTwo™ ile spektrumu(Şekil 3.3 ve 3.4) çekilmiş ve analiz edilerek birinci ölçüm yapılmıştır.
- ✓ Birinci ölçüm sonrası kabin ve numune 15 dk. havalandırılıp numune kabine tekrar konularak 3 saat sonra ikinci ölçüm yapılmıştır.
- ✓ İkinci ölçümden sonra numuneler kabinden çıkarılarak şeffaf naylon ile sarıldı ve 15 gün oda koşullarında bekletildikten sonra üçüncü ölçüm yapılmıştır.
- ✓ Dördüncü ölçüm ise, 30. günde aynı koşul ve yöntem ile yapılmıştır.
- ✓ Spektrumlarda tespit edilen gazların ppm değerleri çizelge şeklinde düzenlenerek, tespit edilen gazların ppm değerleri kıyaslanmıştır.



Şekil 3.3. FTIR spectrum two™ ile çekilen MDF spektrumu



Şekil 3.4. FTIR spectrum two™ ile çekilen YL spektrumu

### 3.3.1. Gaz analizleri

Ahşap panellere uygulanan selülozik, sentetik ve poliüretan verniklerin üretici firma tarafından 13 Aralık 2014 tarihli ve 29204 sayılı, “T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Zararlı Maddeler Ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmelik” hükümlerine uygun olarak düzenlenen güvenlik bilgi formlarında belirttiği gazlar üzerinde analizler yapılmıştır (Polisan Güvenlik Bilgi Formu, 2016). Ahşap esaslı panel fabrikasında 3 günden daha az depolanan yeni kaplama ve kenar kaplı YL ve MDF'den gaz emisyonu ölçümleri yapılmıştır. Numuneler, test numuneleri üzerinde 1, 2 ve 3 saatte bir çoklu RAE çoklu gaz analizörü tarafından alınan ilk ölçümler için  $20^{\circ} \pm 2$  C' de ve %  $65 \pm 5$  bağıl nemde iklimlendirme kabini TK 600 NUVE'e (Resim 3.4 ve 3.5) konulmak üzere fabrikadan EN 13986 (Avrupa Standardizasyon Komitesi, 2015) ve test metodu 717-1 (Türkiye Standartları Enstitüsü, 2006) uyarınca temin edilen panolardan hazırlanmıştır. İklimlendirme kabininin boyutları 75 x 75 cm'dir ve test kabinine çoklu RAE çoklu gaz analizörü entegre edilmiştir (İklimsel test kabini, 2019).



Resim 3.4. Klimatik test kabini



Resim 3.5. Klimatik test kabini iç görünüm

### 3.3.2. İstatistiksel değerlendirme

Sonuçlar 0.10 ppm, sınırını hesaplamak için de karşılaştırıldı E1 (EN 7171). Araştırmayı oluşturan bağımlı ve bağımsız değişkenler hipotez, uygun istatistiksel yöntemlerle test edildi. Bu amaçla, araştırma verilerinin aritmetik ortalamalar ve standart sapma değerleri hesaplandı. ANOVA testleri ile  $p < 0.05$  düzeyinde değişkenler arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı değerlendirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde ‘SPSS’ paket programı ve ‘Microsoft Office Excel’ programları kullanılmıştır. Ayrıca, değişkenlerin birbiriyle görsel olarak karşılaştırılmasında grafikler kullanılmıştır.

### 3.3.3. Güvenilirlik

Ahşap esaslı panellerdeki VOC emisyonlarının ölçüm değerleri hakkında değerlendirmeler de dâhil olmak üzere bağımlı değişkenlerin güvenilirliği, Cronbach’ın Alpha testi kullanılarak test edildi. Cronbach’ın Çizelge 4.8’deki VOC emisyon ölçüm değerleri de dâhil olmak üzere iki ölçek için iç tutarlılık katsayısı tahminleri aşağıdaki gibidir: YL: 0.66; ve MDF: 0.67 (çizelge 4.7). Önceden yürütülen çalışmalar (McKinley ve ark. 1997; Wasserman ve Bracken, 2003, Kaplan ve Saccuzz, 2009), tüm bağımlı değişkenler için alfa güvenilirlik katsayılarının 0.60’ın üzerinde olduğunda “güvenilir” olarak kabul edilebileceğini belirtmiştir. Bu nedenle, bu ölçeğin güvenilir olduğu düşünülebilir.

#### 4. BULGULAR

Kayın kaplama ile kaplanmış ve yüzeylerine farklı ahşap vernik uygulanmış YL ve MDF örneklerini gaz emisyon değerleri tespit edilmiştir. Yüzeylerine selülozik, sentetik ve poliüretan vernik uygulanmış YL örneklerde farklı zaman aralıklarında belirlenen gaz emisyon değerleri sırası ile Çizelge 4.1, Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. YL üzerine sürülen selülozik vernikte tespit edilen gaz değerleri

| Malzeme Adı | Gazlar         | Üretim (ppm) | Kurutma (ppm) | Üretim Kurutma değişim yüzdesi % | 15. gün (ppm) | Kurutma 15. gün değişim yüzdesi % | 30. gün (ppm) | 15. gün 30.gün değişim yüzdesi % | Üretim 30.gün değişim yüzdesi % |
|-------------|----------------|--------------|---------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------|
| YL 1-5 Ort. | nButilasetat   | 78,154       | 16,256        | 79,2                             | 3,242         | 80,1                              | 1,134         | 65                               | 98,5                            |
|             | Toluen         | 624,905      | 100,076       | 84                               | 7,948         | 92,1                              | 2,781         | 65                               | 99,6                            |
|             | Aseton         | 150,515      | 15,615        | 89,6                             | 0             | 100                               | 0             | 0                                | 100                             |
|             | İzopropanol    | 70,295       | 8,611         | 87,8                             | 0,837         | 90,3                              | 0,645         | 23                               | 99,1                            |
|             | İzobütilasetat | 31,434       | 7,222         | 77                               | 0             | 0                                 | 0             | 0                                | 100                             |
|             | Paraksilen     | 0,301        | 0,429         | -42,5                            | 0,995         | 232                               | 1,110         | -12                              | -268,8                          |

Çizelge 4.1’e göre; YL üzerine uygulanan selülozik vernikte yapılan ölçümlerde üretim esnasında Toluen için en yüksek değer 624,90 ppm iken, bu değere en yakın Aseton 150,515 ppm’dir. En düşük gaz değeri ise Paraksilen 0,301 ppm iken, buna en yakın değer olarak İzobütilasetat 31,434 ppm değerini almıştır. YL üzerine uygulanan selülozik vernikte gaz emisyon değerleri üretim esnasında yapılan ölçümlere göre kuruma dönemi, 15. ve 30. günde yapılan ölçümlerde etkisini azalttığı, hatta Aseton ve İzobütilasetat gazlarında sıfırlanır iken, Paraksilen emisyonunda azda olsa bir artış olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.2. YL üzerine sürülen sentetik vernikte tespit edilen gaz değerleri

| Malzeme Adı   | Gazlar         | Üretim (ppm) | Kurutma (ppm) | Üretim Kurutma değişim yüzdesi % | 15. gün (ppm) | Kurutma 15. gün değişim yüzdesi % | 30. gün (ppm) | 15. gün 30.gün değişim yüzdesi % | Üretim 30.gün değişim yüzdesi % |
|---------------|----------------|--------------|---------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------|
| YL. 6-10 Ort. | nButilasetat   | 1,694        | 1,152         | 32                               | 1,161         | -0,8                              | 1,007         | 13,3                             | 40,6                            |
|               | Toluen         | 33,258       | 5,528         | 83,4                             | 14,472        | -161,8                            | 0,590         | 95,9                             | 98,2                            |
|               | Aseton         | 0,479        | 0             | 100                              | 0             | 0                                 | 0             | 0                                | 100                             |
|               | İzopropanol    | 0            | 0,027         | 0                                | 0             | 100                               | 0,100         | 0                                | 0                               |
|               | İzobütilasetat | 0            | 0             | 0                                | 2,519         | 0                                 | 0             | 100                              | 0                               |
|               | Paraksilen     | 4,307        | 1,564         | 63,7                             | 2,173         | -38,9                             | 0,307         | 85,9                             | 92,9                            |

Çizelge 4.2' ye göre; YL üzerine uygulanan sentetik vernikte yapılan ölçümlerde üretim esnasında Toluen için en yüksek değer 33,258 ppm iken, bu değere en yakın Paraksilen 4,307 ppm'dir. En düşük gaz emisyon değeri ise Aseton 0,479 ppm iken buna en yakın değer olarak nButilasetat 1,694 ppm değerini almıştır. YL üzerine uygulanan sentetik vernikte gaz emisyon değerleri üretim esnasında yapılan ölçümlere göre kuruma dönemi, 15. ve 30. günde yapılan ölçümlerde etkisini azalttığı görülmüştür. Aseton gazı üretim esnasında yapılan ölçümde 0,479 ppm. iken, kurutma sürecinde yapılan ölçümde ise emisyon değerinin sıfırlandığı görülmüştür. Toluen gazı kurutma esnasında yapılan ölçümde 5,528 ppm. değeri verir iken, 15. gün ölçümünde 14,472 ppm. değeri ile %161 artış göstermiştir. Bu artışın aynı oranda olmasa da nButilasetat, İzobütilasetat ve Paraksilen gazlarında da görüldüğü söylenebilir. YL üzerine uygulanan sentetik vernikte İzopropanol ve İzobütilasetat gazlarının emisyon değerleri üretim esnasında sıfır olduğu görülmüş olup kurutma, 15. ve 30. gün ölçümlerinde azda olsa artışlar olduğu gözlemlenmiştir. Üretim süreci ve 30. günde yapılan ölçümler kıyaslandığında nButilasetat gazı %40 oranında azalırken, Toluen %98, Aseton %100 ve Paraksilen gazı %92 oranında azalma göstermiştir.

Çizelge 4.3. YL üzerine sürülen poliüretan vernikte tespit edilen gaz değerleri

| Malzeme Adı   | Gazlar         | Üretim (ppm) | Kurutma (ppm) | Üretim Kurutma değişim yüzdesi % | 15. gün (ppm) | Kurutma 15. gün değişim yüzdesi % | 30. gün (ppm) | 15. gün 30.gün değişim yüzdesi % | Üretim 30.gün değişim yüzdesi % |
|---------------|----------------|--------------|---------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------|
| YL 11-15 Ort. | nButilasetat   | 234,426      | 38,776        | 83,5                             | 0,585         | 98,5                              | 0,449         | 23,2                             | 99,8                            |
|               | Toluen         | 235,468      | 30,869        | 86,9                             | 0,548         | 98,2                              | 0,311         | 43,2                             | 99,9                            |
|               | Aseton         | 0            | 0             | 0                                | 0             | 0                                 | 0             | 0                                | 0                               |
|               | İzopropanol    | 0            | 0             | 0                                | 0,789         | 0                                 | 0,995         | -26,1                            | 0                               |
|               | İzobütilasetat | 24,096       | 3,814         | 84,2                             | 0             | 100                               | 0             | 0                                | 100                             |
|               | Paraksilen     | 10,439       | 2,831         | 72,9                             | 0,214         | 92,4                              | 0,236         | -10,3                            | 97,7                            |

Çizelge 4.3' e göre; YL üzerine uygulanan poliüretan vernikte yapılan ölçümlerde üretim esnasında Toluen için en yüksek gaz emisyon değeri 235,468 ppm iken, buna en yakın değer alan nButilasetat 234,426 ppm'dir. En düşük gaz emisyon değeri alan Paraksilen 10,439 ppm iken, İzobütilasetat ise 24,096 ppm olarak ikinci düşük değeri almıştır. Aseton ve İzopropanol gazlarının emisyon değeri üretim esnasında yapılan ölçümlerde sıfır olduğu görülmüştür. Toluen gazının üretim ve kurutma ölçümleri kıyaslandığında gaz değerinin %86 oranında azaldığı, 15. ve 30. gün ölçümleri kıyaslandığında ise gaz emisyon değerinde %99 oranında azalma olduğu söylenebilir. İzobütilasetat gazı üretim ve kurutma ölçümleri mukayese edildiğinde %84 oranında bir azalma olur iken 15. gün ölçümünde gaz emisyonunun sıfırlandığı görülmüştür. Aseton ve İzopropanol gazlarının emisyon değerleri üretim esnasında sıfır olduğu görülmüş olup, Aseton gazında yapılan ölçümlerin hiç birinde değişim olmaz iken İzopropanol gazında 15. ve 30. gün ölçümlerinde azda olsa artış olduğu gözlemlenmiştir. Üretim ve 30. gün ölçümleri mukayese edildiğinde nButilasetat %99, Toluen %99, İzobütilasetat ve Paraksilen gazında ise %97 oranında azalma olduğu görülmüştür.

Yüzeylerine selülozik, sentetik ve poliüretan vernik uygulanmış MDF örneklerde farklı zaman aralıklarında belirlenen gaz emisyon değerleri sırası ile Çizelge 4.4, Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.4. MDF üzerine sürülen selülozik vernikte tespit edilen gaz değerleri

| Malzeme Adı  | Gazlar         | Üretim (ppm) | Kurutma (ppm) | Üretim Kurutma değişim yüzdesi % | 15. gün (ppm) | Kurutma 15. gün değişim yüzdesi % | 30. gün (ppm) | 15. gün 30.gün değişim yüzdesi % | Üretim 30.gün değişim yüzdesi % |
|--------------|----------------|--------------|---------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------|
| MDF 1-5 Ort. | nButilasetat   | 99,321       | 27,855        | 72                               | 3,538         | 87,3                              | 4,234         | -19,7                            | 95,7                            |
|              | Toluen         | 564,130      | 145,601       | 74,2                             | 12,282        | 91,6                              | 2,579         | 79                               | 99,5                            |
|              | Aseton         | 116,247      | 18,932        | 83,7                             | 0             | 100                               | 0             | 0                                | 100                             |
|              | İzopropanol    | 81,068       | 7,851         | 90,3                             | 0             | 100                               | 0             | 0                                | 100                             |
|              | İzobütilasetat | 32,587       | 9,292         | 71,5                             | 0             | 100                               | 0             | 0                                | 100                             |
|              | Paraksilen     | 0,484        | 0,491         | -1,4                             | 0,766         | -56                               | 0,612         | 20,1                             | -26,4                           |

Çizelge 4.4’ e göre; MDF üzerine uygulanan selülozik vernikte yapılan ölçümlerde üretim esnasında Toluen için en yüksek değer 564,130 ppm. iken, bu değere en yakın Aseton 116,247 ppm’dir. En düşük değer ise Paraksilen 0,484 ppm. olur iken İzobütilasetat 32,587 ppm olarak ikinci düşük değeri almıştır. Üretim ve kurutma esnasında yapılan ölçümler mukayese edildiğinde Aseton %83, İzopropanol %90 ve İzobütilasetat gaz salınımının ise %71 oranında azalmış olduğu, 15. ve 30. günde yapılan ölçümde ise gaz emisyon değerinin sıfırlandığı görülmüştür. Toluen gazı emisyon değeri üretim esnasında 564,130 ppm. iken, 15. günde yapılan ölçümde 12,282 ppm. değer ile %91 oranında azalma göstermiştir. Üretim ve 30. gün gaz emisyon değerleri kıyaslandığında %99 oranında gaz salınımlarında azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.5. MDF üzerine sürülen sentetik vernikte tespit edilen gaz değerleri

| Malzeme Adı   | Gazlar         | Üretim (ppm) | Kurutma (ppm) | Üretim Kurutma değişim yüzdesi % | 15. gün (ppm) | Kurutma 15. gün değişim yüzdesi % | 30. gün (ppm) | 15. gün 30.gün değişim yüzdesi % | Üretim 30.gün değişim yüzdesi % |
|---------------|----------------|--------------|---------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------|
| MDF 6-10 Ort. | nButilasetat   | 0,477        | 0,598         | -25,4                            | 1,869         | -212,5                            | 0,593         | 68,3                             | -24,3                           |
|               | Toluen         | 36,674       | 6,375         | 82,6                             | 1,051         | 83,5                              | 0,473         | 55                               | 98,7                            |
|               | Aseton         | 1,390        | 0             | 100                              | 0             | 0                                 | 0             | 0                                | 100                             |
|               | İzopropanol    | 0            | 0             | 0                                | 0             | 0                                 | 0             | 0                                | 0                               |
|               | İzobütilasetat | 0,834        | 0             | 100                              | 0             | 0                                 | 0             | 0                                | 100                             |
|               | Paraksilen     | 2,482        | 1,331         | 46,4                             | 0,448         | 66,3                              | 0,475         | -6                               | 80,9                            |

Çizelge 4.5' e göre; MDF üzerine uygulanan sentetik vernikte yapılan ölçümlerde üretim esnasında Toluen için en yüksek gaz emisyon değeri 36,674 ppm iken, Paraksilen 2,482 ppm ise en yakın ikinci değeri almıştır. En düşük gaz emisyon değeri alan nButilasetat 0,477 ppm iken buna en yakın değer ise İzobütilasetat 0,834 ppm'dir. İzopropanol gazı emisyon değeri üretim sürecinde yapılan ölçümde sıfır olup, kurutma 15. ve 30. günde yapılan ölçümlerde de emisyon değeri değişiklik göstermemiştir. Üretim esnasında yapılan ölçümlerde Aseton 1,390 ppm., İzobütilasetat 0,834 ppm. iken kurutma, 15. ve 30. günde yapılan ölçümlerde iki gazında salınım yapmadığı görülmüştür. Üretim ve 30. günde yapılan ölçümler kıyaslandığında Toluen %98, Aseton %100, İzobütilasetat %100 ve Paraksilen %80 oranında gaz emisyon değerlerinde azalma görülmüştür.

Çizelge 4.6. MDF üzerine sürülen poliüretan vernikte tespit edilen gaz değerleri

| Malzeme Adı    | Gazlar         | Üretim (ppm) | Kurutma (ppm) | Üretim Kurutma değişim yüzdesi % | 15. gün (ppm) | Kurutma 15. gün değişim yüzdesi % | 30. gün (ppm) | 15. gün 30.gün değişim yüzdesi % | Üretim 30.gün değişim yüzdesi % |
|----------------|----------------|--------------|---------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------|
| MDF 11-15 Ort. | nButilasetat   | 224,745      | 52,987        | 76,4                             | 0,468         | 99,1                              | 0,425         | 9,2                              | 99,8                            |
|                | Toluen         | 202,828      | 34,821        | 82,8                             | 0,456         | 98,7                              | 0,725         | -59                              | 99,6                            |
|                | Aseton         | 0            | 0,715         | 0                                | 0             | 100                               | 0             | 0                                | 0                               |
|                | İzopropanol    | 0            | 0             | 0                                | 0,430         | 0                                 | 0,813         | -89,1                            | 0                               |
|                | İzobütilasetat | 21,379       | 5,048         | 76,4                             | 0             | 100                               | 0             | 0                                | 100                             |
|                | Paraksilen     | 9,478        | 3,218         | 66                               | 0,195         | 93,9                              | 0,116         | 40,5                             | 98,8                            |

Çizelge 4.6' ya göre; MDF üzerine uygulanan poliüretan vernikte yapılan ölçümlerde üretim esnasında nButilasetat için en yüksek gaz emisyon değeri 224,745 ppm iken, bu değere en yakın Toluen 202,828 ppm değeridir. En düşük gaz emisyon değeri ise Paraksilen 9,478 ppm değer alırken en yakın değer ise İzobütilasetat 21,379 ppm'dir. Üretim esnasında ve 15. günde yapılan ölçümler mukayese edildiğinde gaz emisyonlarında nButilasetat %99, Toluen %98, Aseton %100, İzobütilasetat %100 Paraksilen %93 oranında gaz salınımının azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.7. Bağımlı değişkenlerin güvenilirlik analiz sonuçları

| Paneller | Bağımlı Değişkenler | Ölçek Güvenilirliği |
|----------|---------------------|---------------------|
| YL       | nButilasetat        | 0.66                |
|          | Toluen              |                     |
|          | Aseton              |                     |
|          | İzopropanol         |                     |
|          | İzobütilasetat      |                     |
|          | Paraksilen          |                     |
| MDF      | nButilasetat        | 0.67                |
|          | Toluen              |                     |
|          | Aseton              |                     |
|          | İzopropanol         |                     |
|          | İzobütilasetat      |                     |
|          | Paraksilen          |                     |

Notlar: YL: Yonga Levha, MDF: Orta Yoğunluklu Levha

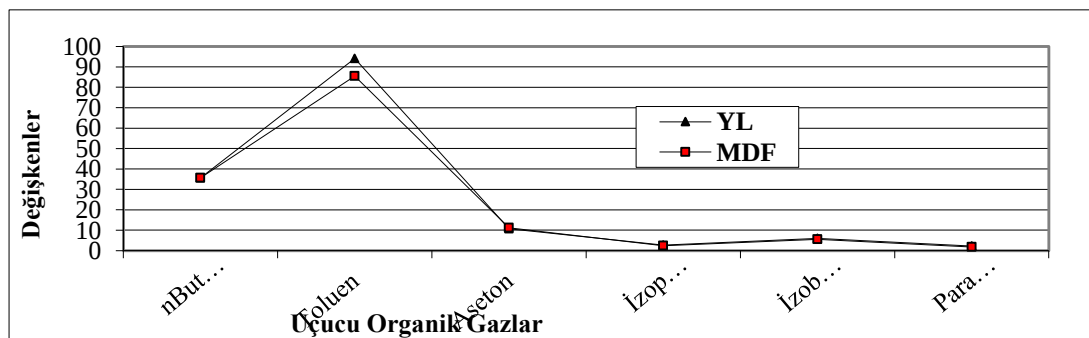
Araştırmada elde edilen verilere göre, değerlendirilen her bir bağımsız değişken düzeyinde VOC emisyon değerleri arasındaki farklar incelenmiştir. Diğer bir deyişle, panel tipi \* VOC emisyon değerleri, vernik tipi \* VOC emisyon değerleri ve zaman \* VOC emisyon değerleri arasındaki farkları ve önem derecelerini belirlemek için varyans analizleri (ANOVA) yapılmıştır. İlk olarak, vernikle kaplanmış ahşap bazlı panellerde (YL ve MDF) VOC emisyonlarının ölçüm değerleri kategorik ortalamaları, standart sapma değerleri ve ANOVA test sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Panellere göre VOC emisyonları ile ilgili bağımlı değişkenlerin ortalama, standart sapma ve ANOVA test sonuçları

| Bağımlı Değişkenler | Ahşap Esaslı Paneller |         |                             |         | ANOVA Sonuçları |    |                     |
|---------------------|-----------------------|---------|-----------------------------|---------|-----------------|----|---------------------|
|                     | Yonga Levha(YL)       |         | Orta Yoğunluklu Levha (MDF) |         |                 |    |                     |
|                     | M                     | SD      | M                           | SD      | F               | Df | Sig.                |
| nButilasetat        | 35,696                | 66,452  | 35,609                      | 72,045  | 0,000           | 1  | 0,995 <sup>ns</sup> |
| Toluen              | 94,051                | 182,463 | 85,537                      | 180,128 | 0,066           | 1  | 0,797 <sup>ns</sup> |
| Aseton              | 10,734                | 50,268  | 11,157                      | 38,463  | 0,003           | 1  | 0,959 <sup>ns</sup> |
| İzopropanol         | 2,655                 | 27,719  | 2,443                       | 32,549  | 0,001           | 1  | 0,970 <sup>ns</sup> |
| İzobütilasetat      | 5,948                 | 11,625  | 5,539                       | 11,514  | 0,038           | 1  | 0,846 <sup>ns</sup> |
| Paraksilen          | 2,173                 | 3,094   | 1,776                       | 2,704   | 0,555           | 1  | 0,458 <sup>ns</sup> |

Notlar: ns:  $p \leq 0.05$  düzeyinde anlamlı değildir; M: Ortalama değer, SD: Standart sapma, F: F değeri, df: Serbestlik derecesi,

Çizelge 4.8’ de verilen ANOVA sonuçlarına göre, panellerdeki VOC emisyonlarının ölçüm değerleri de dâhil olmak üzere bağımlı değişkenler arasındaki farkların, tüm bağımlı değişkenler açısından istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ( $p \leq 0.05$  düzeyinde) bulunmuştur. Bu sonuçlar panel tipinin vernik kaplı her iki panelden ölçülen VOC emisyon değerleri üzerinde bir etkisi olmadığını göstermektedir. Bu sonuçların grafik ifadesi Şekil 4.1’ de verilmiştir.



Notlar: YL: Yonga Levha, MDF: Orta Yoğunluklu Levha

Şekil 4.1. Ahşap esaslı panel tiplerinin VOC emisyonları üzerindeki etkisi

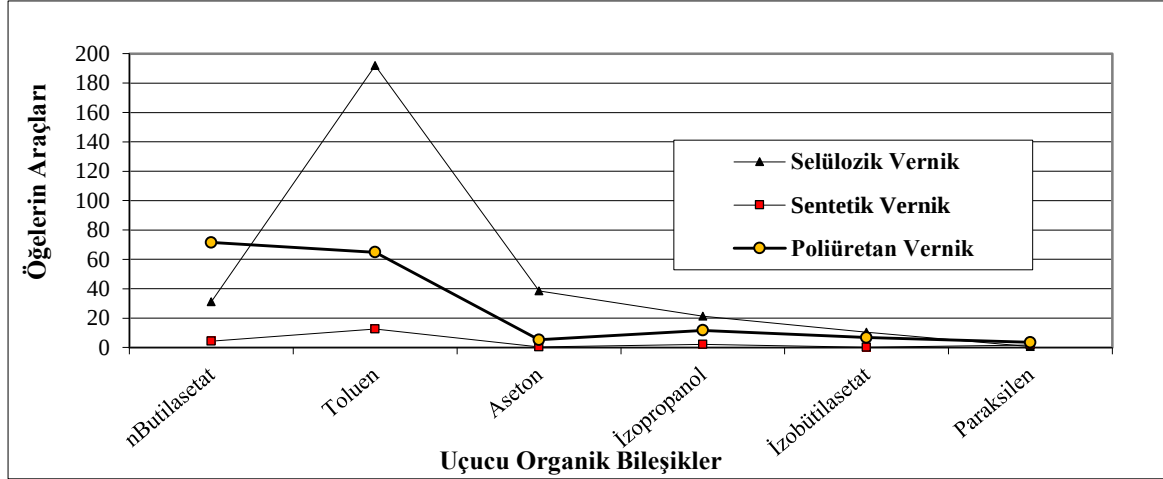
Şekil 4.1' e göre, vernik kaplı panellerde VOC emisyonlarının ortalama ölçüm değerlerinin skala ile ilgili tüm bağımlı değişkenler için birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Şekilden, her iki panelin VOC emisyon ölçümleri arasında bir fark olmadığı anlaşılmıştır. Bu sonuçların, “Vernik kaplı her iki panelde de VOC emisyon değerleri ölçümleri arasında önemli farklılıklar olduğunu” belirten H1 hipotezini desteklemediği tespit edilmiştir. Öte yandan, üç farklı vernik tipi (selülozik, sentetik ve poliüretan vernik) uygulanan panellerdeki VOC emisyonlarının ölçüm değerleri arasındaki farklar için kategorik ortalamalar, standart sapma değerleri ve ANOVA test sonuçları Çizelge 4.9' da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Vernik tipine göre VOC emisyonlarına bağlı bağımlı değişkenlerin ortalama, standart sapma ve ANOVA testi sonuçları

| Bağımlı<br>Değişkenler | Vernik Tipi         |         |                    |        |                      |         | ANOVA Sonuçları |    |        |
|------------------------|---------------------|---------|--------------------|--------|----------------------|---------|-----------------|----|--------|
|                        | Selülozik<br>Vernik |         | Sentetik<br>Vernik |        | Poliüretan<br>Vernik |         |                 |    |        |
|                        | M                   | SD      | M                  | SD     | M                    | SD      | F               | df | Sig.   |
| nButilasetat           | 31,093              | 43,321  | 4,369              | 9,039  | 71,495               | 101,151 | 11,243          | 2  | 0,000* |
| Toluen                 | 191,977             | 267,658 | 12,582             | 15,068 | 64,822               | 100,876 | 12,452          | 2  | 0,000* |
| Aseton                 | 38,469              | 66,045  | 0,344              | 1,453  | 5,287                | 22,780  | 14,112          | 2  | 0,000* |
| İzopropanol            | 21,337              | 42,206  | 2,065              | 3,823  | 11,624               | 19,477  | 15,864          | 2  | 0,000* |
| İzobütilasetat         | 10,503              | 15,599  | 0,074              | 1,323  | 6,802                | 10,046  | 9,991           | 2  | 0,000* |
| Paraksilen             | 0,688               | 0,492   | 1,700              | 1,616  | 3,507                | 4,299   | 11,250          | 2  | 0,000* |

Notlar: \*:  $p \leq 0,05$  düzeyinde önemlidir. M: Ortalama değer, SD: Standart sapma, F: F değeri, df: Serbestlik derecesi,

Çizelge 4.9'da verilen ANOVA sonuçlarına göre, üç farklı vernik tipi uygulanan panellerdeki VOC emisyonlarının ölçüm değerleri de dahil olmak üzere bağımlı değişkenler arasındaki farklar, istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ( $p \leq 0.005$  düzeyinde). Bu sonuçlar vernik tipinin vernik kaplı her iki panelden ölçülen VOC emisyon değerleri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Bu sonuçların grafik ifadesi, Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Vernik tiplerinin VOC emisyonları üzerindeki etkisi

Şekil 4.2' ye göre, üç farklı vernik uygulanan panellerdeki VOC emisyonlarının ortalama ölçüm değerlerinin skala ile ilgili tüm bağımlı değişkenler için oldukça farklı olduğu görülmüştür. Üç farklı vernik uygulanan panellerdeki VOC emisyonlarının ortalama ölçüm değerleri arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, “Panellerde VOC emisyonunun ölçüm değerleri arasında önemli farklılıklar var” diyen H2 hipotezini desteklemektedir. Bu sonuçlara göre, selülozik vernik uygulanan panelin, diğer vernik uygulanan panellere kıyasla daha fazla toluen gazı salınımı sağlamıştır.

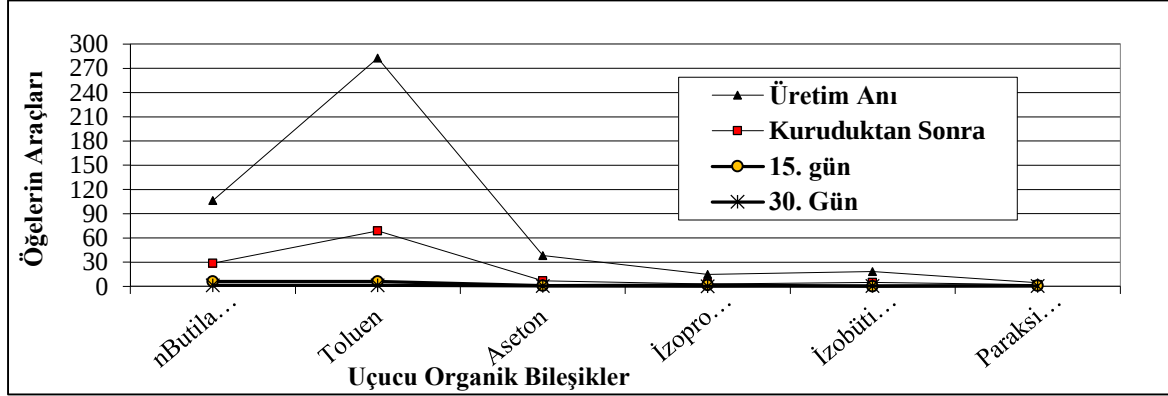
Çizelge 4.10. VOC emisyonlarına bağlı bağımlı değişkenlerin ölçüm sürelerine göre ortalama, standart sapma ve ANOVA testi sonuçları

| Bağımlı<br>Değişkenler | Ölçüm Zamanı |         |                     |        |         |        |         |       | ANOVA<br>Sonuçları |    |        |
|------------------------|--------------|---------|---------------------|--------|---------|--------|---------|-------|--------------------|----|--------|
|                        | Üretim Anı   |         | Kuruduktan<br>Sonra |        | 15. gün |        | 30. Gün |       |                    |    |        |
|                        | M            | SD      | M                   | SD     | M       | SD     | M       | SD    | F                  | df | P      |
| nButilasetat           | 106,469      | 106,242 | 28,690              | 28,009 | 6,144   | 10,107 | 1,307   | 3,274 | 23,354             | 3  | 0,000* |
| Toluen                 | 282,877      | 268,754 | 68,928              | 84,522 | 6,126   | 8,561  | 1,243   | 1,744 | 26,461             | 3  | 0,000* |
| Aseton                 | 38,395       | 83,075  | 6,947               | 12,903 | 0,901   | 1,475  | 0,658   | 0,629 | 5,909              | 3  | 0,001* |
| İzopropanol            | 14,847       | 57,456  | 3,117               | 13,435 | 1,646   | 4,376  | 0,112   | 1,956 | 2,361              | 3  | 0,075* |
| İzobütilasetat         | 18,309       | 16,367  | 5,036               | 5,998  | 0,035   | 1,849  | 0,406   | 0,928 | 29,704             | 3  | 0,000* |
| Paraksilen             | 4,5819       | 4,530   | 1,981               | 1,512  | 0,799   | 0,749  | 0,492   | 0,489 | 17,313             | 3  | 0,000* |

Notlar: \*:  $p < 0.10$  ve  $p < 0.001$  düzeyinde anlamlıdır. M: Ortalama değer, SD: Standart sapma, F: F değeri, df: Serbestlik derecesi,

Şekil 4.3' e göre, panellerde dört farklı zamanda VOC emisyonlarının ortalama ölçüm değerlerinin skala ile ilgili tüm bağımlı değişkenler için oldukça farklı olduğu görülmüştür. Sonuçlar, panellerdeki VOC emisyonlarının ortalama ölçüm değerleri arasında dört farklı zamanda önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, “Panellerde VOC

emisyollarının ölçüm değlerleri arasında dört farklı zamanda farklılıklar var” diyen H3 hipotezini desteklemektedir. Bu sonuçlara göre, panellerde yapılan ölçümlerde VOC emisyon değlerinin 30. günde sıfırlandığı görülmüştür.



Şekil 4.3. Ölçüm süresinin VOC emisyonları üzerindeki etkisi

Bağımlı değişkenler (nButilasetat, Toluen, Aseton, İzopropanol, İzobütilasetat ve Paraksilen) VOC emisyonunun ölçüm değerlerine bağlı olarak bağımsız değişkenler arasındaki etkileşimleri (panel tipi X vernik tipi X süresi) çok değişkenli varyans analizi kullanılarak test edilmiştir (MANOVA). Çizelge 4.11' de verilen sonuçlara göre, ana etkiler (vern timer ve zamanı) ve vernik tipi \* zamanı için iki yönlü etkileşim anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.001$  düzeyinde). Bununla birlikte panel tipi, panel tipi \* vernik tipi ve panel tipi \* zaman panel tipi \* vernik tipi \* zaman üçlü etkileşimi ile iki yönlü etkileşimlerin ana etkisi önemsizdi ( $p < 0.05$  düzeyinde). Buna göre, panel tipinin ikili ve üçlü karşılaştırmalarının VOC emisyon ölçüm değlerleri üzerinde bir etkisi yoktur. Başka bir deyişle, herhangi bir panel tipinde herhangi bir vernik tipinin veya zaman faktörünün değiştirilmesi, toplam VOC emisyon ölçüm değeri önemi ölçüde etkilememiştir.

Çizelge 4.11. Bağımsız değişkenlerin MANOVA testi sonuçları

| Bağımsız Değişkenler   | F      | df | Sig.                 |
|------------------------|--------|----|----------------------|
| Panel                  | 1.305  | 6  | 0.0263 <sup>ns</sup> |
| Vernik                 | 37.314 | 12 | 0.000*               |
| Zaman                  | 7.424  | 18 | 0.000*               |
| Panel * Vernik         | 0.823  | 12 | 0.627 <sup>ns</sup>  |
| Panel * Zaman          | 0.703  | 18 | 0.808 <sup>ns</sup>  |
| Vernik * Zaman         | 7.091  | 36 | 0.000*               |
| Panel * Vernik * Zaman | 0.808  | 36 | 0.782 <sup>ns</sup>  |

Not: \*  $\alpha: 0,001$ , anlamlılık düzeyidir, ns: Önemli değil

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tezde, Türkiye'de mobilya endüstrisinde kullanılan selülozik, sentetik ve poliüretan verniklerden açığa çıkan nButilasetat, Toluen, Aseton, İzopropanol, İzobütilasetat ve Paraksilen gazlarının emisyon değerleri incelenmiştir.

YL ve MDF üzerine uygulanan selülozik vernikte yapılan ölçümler kıyaslandığında üretim esnasında Toluen için en yüksek değer YL' de 624,90 ppm iken MDF' de 564,130 ppm, bu değere en yakın Aseton YL' de 150,515 ppm. iken MDF' de 116,247 ppm'dir. En düşük gaz değeri ise Paraksilen YL' de 0,301 ppm. iken MDF' de 0,484 ppm., buna en yakın değer olarak İzobütilasetat YL' de 31,434 ppm. iken MDF' de 32,587 ppm olduğu gözlemlenmiştir. YL ve MDF üzerine uygulanan selülozik vernikte gaz emisyon değerleri üretim esnasında yapılan ölçümlere göre kuruma dönemi, 15. ve 30. günde yapılan ölçümlerde etkisini azalttığı, hatta Aseton ve İzobütilasetat gazlarında sıfırlanır iken, Paraksilen emisyonunda azda olsa bir artış olduğu görülmüştür.

YL ve MDF üzerine uygulanan sentetik vernikte yapılan ölçümler kıyaslandığında üretim esnasında en yüksek değer Toluen için YL' de 33,258 ppm iken MDF' de 36,674 ppm, bu değere en yakın olan Paraksilen için YL' de 4,307 ppm iken MDF' de 2,482 ppm' dir. En düşük gaz emisyon değeri ise YL' de Aseton 0,479 ppm iken MDF' de nButilasetat 0,477 ppm olmuştur. Bunlara en yakın değer olarak YL' de nButilasetat 1,694 ppm iken MDF' de ise İzobütilasetat 0,834 ppm olduğu gözlemlenmiştir. YL' de üretim süreci ve 30. günde yapılan ölçümler kıyaslandığında nButilasetat gazı %40 oranında azalırken, Toluen %98, Aseton %100 ve Paraksilen gazı %92 oranında azalma göstermiştir. MDF' de ise üretim ve 30. günde yapılan ölçümler kıyaslandığında Toluen %98, Aseton %100, İzobütilasetat %100 ve Paraksilen %80 oranında gaz emisyon değerlerinde azalma olduğu görülmüştür.

YL ve MDF üzerine uygulanan poliüretan vernikte yapılan ölçümlerde üretim esnasında en yüksek gaz emisyon değeri YL' de Toluen için 235,468 ppm iken MDF' de nButilasetat için 224,745 ppm olduğu gözlemlenmiştir. Buna en yakın değer alan YL' de nButilasetat 234,426 ppm iken MDF' de Toluen 202,828 ppm'dir. En düşük gaz emisyon değeri alan Paraksilen ise YL' de 10,439 ppm iken MDF' de 9,478 ppm olurken bunlara en yakın değer olan İzobütilasetat ise YL' de 24,096 ppm iken MDF' de 21,379 ppm olduğu görülmüştür. YL' de üretim ve 30. gün ölçümleri mukayese edildiğinde nButilasetat %99,

Toluen %99, İzobütilasetat ve Paraksilen gazında ise %97 oranında azalma olduğu görülmüştür. MDF' de ise üretim esnasında ve 15. günde yapılan ölçümler mukayese edildiğinde gaz emisyonlarında nButilasetat %99, Toluen %98, Aseton %100, İzobütilasetat %100 Paraksilen %93 oranında gaz salınımının azaldığı görülmüştür.

Selülozik vernik kullanılan örnekler sentetik verniğe göre % 94, poliüretan verniğe göre ise % 65 daha fazla Toluen gazı salgılamıştır. Poliüretan vernik kullanılan örnekler ise sentetik verniğe göre % 99, selülozik verniğe göre ise % 65 daha fazla nButilasetat gazı salgılamıştır. Selülozik vernik kullanılan örnekler ise sentetik verniğe göre % 99 daha fazla Aseton gazı salgılamıştır. Selülozik vernik kullanılan malzemeler ise sentetik verniğe göre % 97, poliüretan verniğe göre ise % 23 daha fazla İzobütilasetat gazı salgılamıştır.

Tüm bu sonuçlar ışığında mevcut mobilya endüstrisi tasarım projelerine giren ahşap esaslı levhaların ve tamamlayıcı elemanların sayısı göz önüne alındığında, tasarımcılar işlerinin sonuçlarının farkında olmalı ve çevre üzerindeki etkiyi düşünmeye başlamalıdır. Mobilya endüstrisinde yeşil tasarım, evrensel tasarım doğrultusunda selülozik veya poliüretan vernik yerine sentetik verniği tasarım kararlarında öncelikli olarak tercih etmelidirler. Tasarım kararlarının ürün kalitesi ve ürünlerin çevresel performansı üzerindeki etkisinin daha fazla araştırılması gelecekteki çalışmalar için teşvik edilmelidir.

## KAYNAKLAR

- Aksakal, N., Vaizoğlu, S. A., Güler, Ç. (2005). *Mobilyalardaki kimyasallar ve sağlık etkileri*, 14(12), 269.
- Akyarlı, A. (1993). “Çevre bilinci – bilinçli çevrecilik”, *Ege Kültür Dergisi*, (3), 1-2.
- ASTM, (1995). *Boya, vernik, vernik ve ilgili ürünlerle ilgili standart terminoloji*. ASTM Atama D1695, Philadelphia, PA: Amerikan Test ve Malzemeler Derneği.
- Aydın, İ. (2010). *Ürün Ekolojisi: Mobilya Oluşum ve Kullanımında Kapalı Ortam Hava Kalitesinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Benotto, E., Becker M., and Weltring J. (2009). Life cycle assessment of oriented strand boards (OSB): From process innovation to eco-design, *Environmental Science Technology J.* 43(15), 6003-6009.
- Bilgiç, V. K. (1993). Milletlerarası hukukta insan hakları ve çevre, *Çevre Dergisi*, (9), 48-49.
- Boran, S. ve Usta, M. (2010). Odun esaslı panellerde açığa çıkan formaldehit ve formaldehit sınırları hakkında bilgiler. *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, Artvin
- Bostancıoğlu, E., Düzgün Birer, E. (2004). Ekoloji ve ahşap–Türkiye’de ahşap malzemenin geleceği, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 9(2), 37-44.
- Bozkurt, A.Y. Bozkurt, T. (1979). Ağaç işleyen endüstrilerde sağlık sorunları, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, (2), 60-67.
- Brockmann, C.M., Sheldon L.S., Whitaker D.A. ve Baskir J. N. (1998). İşlenmiş Odun Ürünlerinden İç Ortam Hava Emisyonlarını Azaltmak İçin Kirlilik Önleme Tekniklerinin Uygulanması (Rapor No. EPA-600 / R-98-146), *Çevre Koruma Ajansı*, Washington, DC.
- Budakçı, M. (1997). *Ahşap verniklerde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetine etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Chuck, W.F.Y. and Jeong T.K. (2012). Long-term impact of formaldehyde and voc emissions from wood-based products on indoor environments; and issues with recycled products. *Indoor Built Environment*, 21(1), 137–149.
- Cortina L.O, Maria Teresa Domenech-Carbo. (2004). Resimsel verniklerde bulunan diterpenoid reçinelerinin analitik karakterizasyonu, piroliz-gaz kromatografisi-on-line trimetilsilleme ile kütle spektrometrisi kullanılarak yapıldı. *Journal of Chromatography A*. 1065.

- Clausen PA, Wolkoff P and Host E. (1991). Long-term emission of volatile organic compounds from waterborne paints, *Indoor Air*, 1(4), 562-576.
- Çamur, D., Vaizoğlu, S. A. (2007). Çevreye ilişkin önemli toplantı ve belgeler, *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, Ankara.
- Çınar, H, Yasemin, O, Yıldırım K., (2018). Yüzey Kaplama, Kenar Bandı, Delik Delme Deliklerinin ve Ahşap Esaslı Levhaların Mentşelerinin Formaldehit Emisyonu Üzerine Etkileri. *Orman Ürünleri Dergisi*, 68(3), 264-271.
- Çınar, H. (2005). Eko tasarım ve mobilyalar: Ahşap esaslı panellerin çevresel etkileri, yüzey ve kenar kaplamaları, *Orman Ürünleri Dergisi* 55 (11).
- Çınar, H. (2018). Ahşap esaslı levhaların sıcaklık ve kalınlığının formaldehit emisyonu üzerine etkileri. *Ahşap Res.* 63 (5).
- Çınar, H., M. Erdoğan. (2018). Eko-Tasarım: Odun Esaslı Levhalar İçin Hizmette Kalınlık ve Zamanın Formaldehit Emisyonu Üzerine Etkileri. *Orman Ürünleri Dergisi*. <https://doi.org/10.13073/FPJ-D-17-00027>.
- Dünya Sağlık Örgütü (WHO). (1989). *İç Ortam Hava Kalitesi: Organik Kirleticiler, DSÖ Avrupa Bölge Ofisi (EURO Raporları ve Çalışmaları, 11)*, Kopenhag.
- Edi, Ö. (1993). *İşletmelerde verimli ve etkin çalışmayı etkileyen fiziksel çevre faktörleri, dört işletmede uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. İşletme Fakültesi, İstanbul
- EN 13986 + A1. (2015). *Yapılarda kullanım için ahşap esaslı paneller-Karakteristikleri, uygunluk değerlendirmesi ve işaretleme*, Avrupa Standardı.
- Engür, M. O. (1990). *İşgücü verimliliği ve ergonomi üzerine araştırmalar*, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul.
- Eroğlu, H., Usta, M., (2000). *Liflevha üretim teknolojisi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 200/30, ISBN: 975-6983-10-8, Trabzon
- Ertekin, K. G., (2011), *Avrupa Birliği Çevre Politikaları ve Sürdürülebilir Kalkınma Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi*, Faculty of Forestry Istanbul University.
- Goedkoop, M. ve R. Spriensma. (2000). Eko-Gösterge 99-A Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi İçin Hasar Odaklı Metot (Metodoloji raporu), *Ürün Ekoloji Danışmanları B. V., Amersfoort*, Hollanda.
- Guo H, Lee SC., Kwok N-H. (2002). *Modeling of VOCS emissions from a varnish., Proceedings: Indoor Air*, Research Centre for Urban Environmental Technology and Management, Department of Civil and Structural Engineering, the Hong Kong Polytechnic University, Kowloon, Hong Kong.

- Gunschera, J., Mentese S., Salthammer, T. and Andersen J.,R. (2013). Impact of building materials on indoor formaldehyde levels: effect of ceiling tiles, mineral fiber insulation and gypsum board. *Building and Environment*, 64, 138-145.
- Gültekin, A. B. (2006).*Yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi kapsamında yapı ürünlerinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesine yönelik bir model önerisi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hammond, J.J., Donnelly, E.T., Harrod, W.F., Rayner, N.A. and Özden, F. (1969). *Ağaç işleri teknolojisi*, (çev. Yaşar, E., Yılmaz, K. ve Taymaz, H.), *Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları No 20*, Ajans-Türk Matbaası, Ankara.
- Hematabadi, H., Behrooz, R., Shakibi, A., and Arabi, M. (2012). The reduction of indoor air formaldehyde from wood based composites using urea treatment for building Materials, *Construction and Building Materials*, 28(1), 743-746.
- Howard EM, McCrills RC, Krebs KA, Fortmann R., Lao HC, Guo Z. (1998). Dönüşüm verniklerinden kaynaklanan iç mekan emisyonları. *Hava ve Atık Yönetimi Derneği Dergisi*. (48), 924-930.
- İnternet: İklimsel Test Kabini, <https://www.nuve.com.tr/Urunler/Klimatik-ve-Buyutme-Kabinleri/tk-120-252-600>, erişim tarihi: 12.12.2019
- İnternet: Kyoto Protokolü <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/05/20090513-1.htm>, erişim tarihi: 15.10.2019
- İnternet: Türkiye Cumhuriyeti Anayasası “Kişinin Hakları ve Ödevleri” <http://www.tbmm.gov.tr/anayasa.htm> (2009), erişim tarihi: 15.10.2019.
- İnternet: Türkiye Cumhuriyeti Anayasası “Sağlık, Çevre ve Konut” <http://ookgm.meb.gov.tr/Mevzuathtm/Anayasa.htm> (2009), erişim tarihi: 15.10.2019.
- İnternet: Paris İklim Değişikliği Anlaşması <http://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa>, erişim tarihi: 14.02.2020.
- İnternet: Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık İnsan Hakları Başkanlığı, “İnsan hakları evrensel beyannamesi” [http://www.ihb.gov.tr/ON\\_ARALIK/bmeihb1.pdf](http://www.ihb.gov.tr/ON_ARALIK/bmeihb1.pdf) (2008), erişim tarihi: 15.10.2019.
- İnternet: Verniklere ait teknik özellikler, <https://www.polisan.com.tr/tr/Urunler#mobilya-grubu>, erişim tarihi: 13.01.2020.
- Kaplan, Saccuzzo R.M. ve D.P., (2009). Psikolojik Testler: Prensipler, Uygulamalar ve Konular, *Cengage Learning*, Boston, MA.
- Karaer, F., Pusat, T. (2002). ISO 14001 çevre yönetim sistemi standardının otomotiv yan sanayine uygulanması, Uludağ Üniversitesi, *Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 7(1), 11-14.

- Kersten, W., Wahl, P., Von, G. (1994). *Allergic diseases of the respiratory tract in the woodworking industry*, Allergologie.
- McCrillis RC, Howard EM, Guo Z, Krebs KA. (1999). Dönüşüm verniklerinden kaynaklanan kürlenme emisyonlarının karakterizasyonu. *Hava ve Atık Yönetimi Derneği Dergisi*, (49), 70-75
- McKinley, R.K., T. Manku-Scott, A.M., Hastings, D.P., Fransızca ve R. Baker. (1997). “Birleşik Krallık ‘ta saatlerce birincil tıbbi bakım olmadan yeni bir hasta memnuniyeti ölçüsünün güvenilirliği ve geçerliliği: Bir hasta anketinin geliştirilmesi,” *BMJ* 314 (7075), 193-198.
- Muluk, Z., Güray, A., Baykan (1995). I., Ankara mobilyacılar sitesi orta ölçekli atölyelerde gürültü etkilerinin incelenmesi, *I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, Trabzon.
- Okurcan E., (2019)., *Mobilya Üreten İşletmelerde Ağaç Ve Kompozit Panel Tozlarının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Olmuş, F. (2019). *İç Mekân Bitkilerinin Müşterilerin Alışveriş Kararları Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Önder T., (2003). *Ekoloji Toplum ve Siyaset 1*, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Öz, E.S., Özbaş, E. (2005). Kömür sobasının üstten ve alttan beslemeli yakılarak emisyonlarının karşılaştırılması, *Teknoloji Dergisi*. 8(2) 107-114.
- Özer, K. (2009). Mobilya Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği TAIEX Semineri, Kayseri.
- Que,Z. L., Wang, F.B., Ma, L. F. and Furuno, T. (2013a). Effect of loading ratio, conditioning time and air exchange rate on the formaldehyde emission from woodbased board using large chamber and desiccator method. *Composites, Part B Engineering*, (47), 278-282.
- Que, Z. L., Wang, F. B., Li , J.Z. and Furuno T. (2013b). Assessment on emission of volatile organic compounds and formaldehyde from building materials. *Composites Part B: Engineering. Ring*, (49), 36-42.
- Richardson, B. A. (1978). “Wood Preservation”, *The Construction Pres Ltd.*, Lancaster, England,
- Risholm-Sundman, M., Larsen, A., Vestin, E. and Weibull, A. (2007). Formaldehyde emission-comparison of different standard methods, *Atmospheric Environment*, 41(15), 3193-3202.

- Shun-Cheng Lee, Ngai-Hong Kwok, Hai Guo, Wing-Tat Hung (2003). *The effect of wet film thickness on VOC emissions from a finishing varnish*, The Hong Kong Polytechnic University Hung Hom, PR China.
- Sönmez, A., (2000), *Ağaç işlerinde üst yüzey işlemleri 1, Hazırlık ve renklendirme Ders Kitabı*, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Sönmez, A., Budakçı, M. (2004). “ *Ağaçislerinde Üstyüzey İşlemleri 2*”, *Ders Kitabı*, Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Sucu, A. (2006). *Ürün yaşam döngüsü analizi ve çevre etkileri göz önüne alınarak teknik ürün sistemlerinin geliştirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şanıvar, N. ve Zorlu, İ. (1999). *Önemli ağaç türleri, ağaç işleri gereç bilgisi*, Milli Eğitim Basımevi, Ankara.
- Şen, H. ve Çınar, H. (2017). Mobilya Ürün Yaşam Döngüsünde İş Sağlığı ve Güvenliği Analizi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(ÖS: Ergonomi 2016), 235-246.
- TS 2129, (2012). Odun lifi levhaları ve yonga levhaları terimler ve tarifler, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 3.
- TS 2471, (2005a). “Ahşap - fiziksel ve mekanik testler için nem içeriğinin belirlenmesi”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS 64-1 EN 622-1, (2005). Lif levhalar-özellikler-bölüm1:genel özellikler, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 1-9.
- TS EN 309, (2008). Yonga levhalar-tarif ve sınıflandırma, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 1-6.
- TS EN 312. (2005). Yonga levhalar - Teknik Özellikler - Bölüm 3: Kuru koşullarda kullanım için iç donanım panoları (mobilya dahil), *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS EN 326-1. (1999). Ahşap esaslı paneller, Numune alma, kesme ve inceleme. Bölüm 1. Örnekleme test pices ve test sonuçlarının ifadesi. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 1-12.
- TS EN 622-5. (2008). “Elyaf Levhalar - Spesifikasyonlar - Bölüm 5: Kuru işlem panoları (MDF) için gereklilikler”, *Türkiye Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS EN 717-1. (2006). Ahşap esaslı paneller - Formaldehit salınımının belirlenmesi - Bölüm 1: Oda yöntemi ile formaldehit emisyonu, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Vural S. M. (2004). *Yapı içi hava niteliği risk süreci modeli belirlenmesi*, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Youngquist, J.A. (1988). Wood-based composites: The panel and building components of the future. In: Proceedings, IUFRO Division 5, Forest Products subject group 5.03: Wood protection; 1987 May 16–17; Honey Harbour, Canada: 5–22.
- Wasserman JD, Bracken BA (2003) Değerlendirme prosedürlerinin psikometrik özellikleri. In: Graham JR, Naglieri JA (eds) *Psikoloji El Kitabı: Değerlendirme Psikolojisi*, cilt 10. John Wiley ve Sons, Inc, Hoboken, NJ, s. 43-66)
- Zhang, Y., Luo X., Wang, X., Qian, K. and Zhao, R. (2007). Influence of temperature on formaldehyde emission parameters of dry building materials. *Atmospheric Environment*, 41, 3203-3216.
- Zengin, H. (2010). *Yonga levha ve lif levha endüstrisinde odun hammaddesi sağlanması sorunları ve çözüm yolları*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 10-15.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : HAMARAT Mustafa  
 Uyruğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 23.11.1983 Ankara  
 Medeni hali : Evli  
 Telefon : 0 (555) 700 17 85  
 e-mail : mhamarat61@gmail.com



### Eğitim

| Derece        | Eğitim Birimi                                 | Mezuniyet Tarihi |
|---------------|-----------------------------------------------|------------------|
| Yüksek lisans | Gazi Üniversitesi / Ağaç İşleri Endüstri Müh. | Devam Ediyor     |
| Lisans        | İstanbul Üniversitesi / Orman Mühendisliği    | 2007             |
| Lise          | Batıkent Lisesi                               | 2000             |

### İş Deneyimi

| Yıl        | Yer                          | Görev    |
|------------|------------------------------|----------|
| 2010-Halen | Ankara Büyükşehir Belediyesi | Mühendis |

### Yabancı Dil

İngilizce

### Hobiler

Yüzme, Doğa Sporları, Gezi, Kitap Okumak

### Yayınlar

1. An Analysis Of Varnishes On Gas Emissions In Furniture Production, The 29. International Conference Research for Furniture Industry.



*GAZİ GELECEKTİR..*